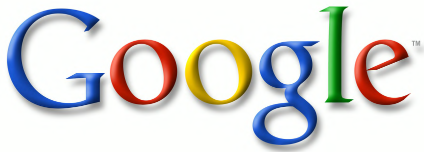
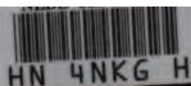
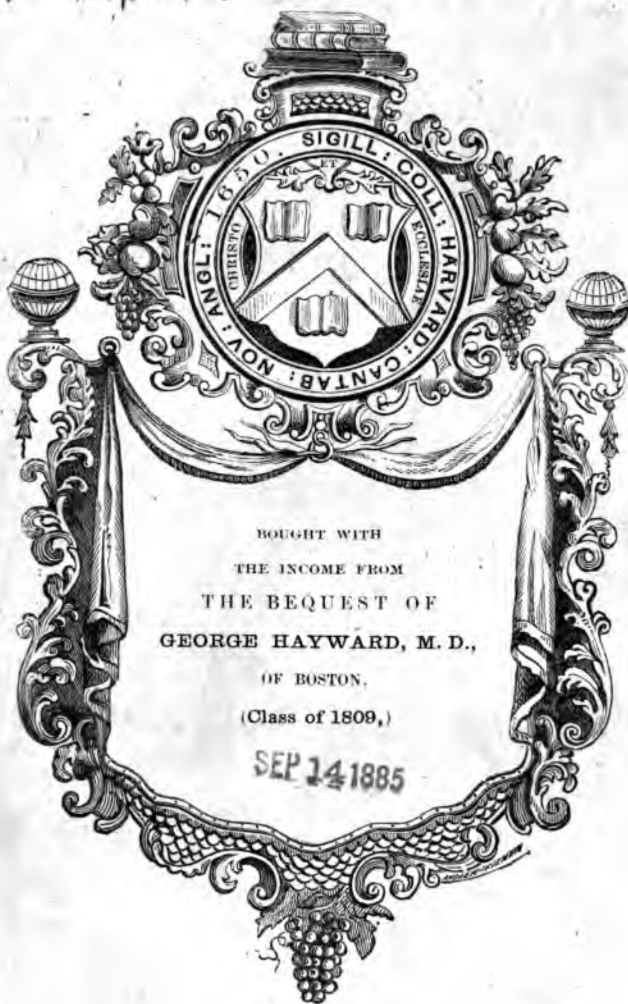



HN 4NKG H


SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
GEORGE HAYWARD, M. D.,
OF BOSTON.
(Class of 1809.)
SEP 14 1885



ANLEITUNG ZUM BESTIMMEN

DER

GESTEINBILDENDEN MINERALIEN

VON

DR. EUGEN HUSSAK
PRIVATDOCENT AN DER UNIVERSITÄT GRAZ.

MIT 103 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1885.

VORWORT.

Vorliegende Anleitung ist in erster Linie für Studirende bestimmt, die dadurch gebotene Rücksicht auf den Preis veranlaßte thunlichste Kurzfassung; deshalb wurde der in die eigentliche Mineralogie gehörende Theil der Mineralkenntniß vorausgesetzt und finden sich in dem zum II. Abschnitte gehörenden Literaturverzeichniß nur diejenigen Arbeiten verzeichnet, in welchen ausführlichere Mittheilungen über die mikroskopischen Eigenschaften der gesteinbildenden Mineralien enthalten sind.

Herrn Geheimen Bergrath Professor Dr. F. Zirkel spreche ich an dieser Stelle meinen besten Dank für mehrfache freundliche Rathschläge aus; nicht minder bin ich Herrn Professor F. Fouqué verpflichtet, welcher in gefälligster Weise die Wiedergabe einer großen Anzahl Figuren aus seinem bekannten Werke »Minéralogie micrographique« gestattete.

Graz, am 7. November 1884.

Eug. Hussak.

INHALT.

I. Theil.

Methoden der Untersuchung.

II. Theil.

Tabellen zur Bestimmung der Mineralien.

I. Theil.

Methoden der Untersuchung.

F. Zirkel. Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. Leipzig, 1873.

H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Mineralien. Stuttgart, 1873.

Fouqué et Michel Lévy. Minéralogie micrographique. Paris, 1878.

E. Cohen. Zusammenstellung petrographischer Untersuchungsmethoden. Straßburg, 1884.

Die Methoden der Untersuchung der Gesteine sind zweierlei Art, die makroskopische und die mikroskopische.

Bei der makroskopischen Gesteinsuntersuchung kann man die mit freiem Auge sichtbaren Mineralgemengtheile in Bezug auf ihre Krystallform, Spaltbarkeit, Farbe, Glanz, Strich, Härte, Löslichkeit in Säuren etc. prüfen; behufs genauerer optischer Untersuchung müssen jedoch genau orientirte Spaltblättchen gewonnen, die Spaltwinkel, wenn möglich gemessen, um die Spaltflächen zu bestimmen, und die Blättchen, falls sie nicht bereits durchsichtig sind, dünn geschliffen werden. Eine so geartete Untersuchung der gesteinsbildenden Mineralien führt in den meisten Fällen zum Ziele, setzt jedoch eine gewisse Größe der Gemengtheile, meist nicht unter 1—2 mm, voraus. Isolirte Mineralpartikelchen können endlich noch vor dem Löthrohre untersucht werden. Jedoch genügt in den meisten Fällen eine bloße makroskopische Untersuchung, wegen der zu geringen Größe der Gemengtheile, nicht, insbesonders bei porphyrisch oder sehr feinkörnig ausgebildeten Gesteinen, und man greift daher zur mikroskopischen Untersuchung, zu welchem Behufe Stückchen der zu untersuchenden Gesteine in dünne, durchsichtige Blättchen geschliffen werden müssen. In solchen Schliffen hat man dann die einzelnen Gemengtheile in den verschiedenartigsten Richtungen geschnitten vor sich und kann dann auch an den winzigen Krystalldurchschnitten nach optischer Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskope und Combinirung der optischen mit den

krystallographischen Eigenschaften, d. h. mit der Form der Durchschnitte, resp. Krystallform, und der Spaltbarkeit die gesteinsbildenden Mineralien bestimmen. Erschwert wird diese Bestimmung, wenn die Mineralien nur in Körnerform auftreten.

Natürlich ist auch hier dem menschlichen Auge eine Grenze gezogen; besitzen die einzelnen Mineralindividuen eine so geringe Größe, daß sie im Schliffe nicht mehr getroffen werden, d. h. keine Durchschnitte liefern, oder daß sie auch mit den stärksten zur Anwendung kommenden Vergrößerungen betrachtet kein zur optischen Untersuchung taugliches, d. h. genügend großes, Bild mehr geben, so ist es nicht mehr möglich, dieselben mit dem Polarisationsmikroskope zu bestimmen.

Es sollen nun nach Besprechung der Art und Weise der Herstellung der zur mikroskopischen Untersuchung tauglichen Präparate von Gesteinen und des zur Anwendung gelangenden Polarisationsmikroskopes eine ausführliche Darlegung der optischen und chemischen Bestimmungsmethoden gegeben werden, dieser die Besprechung der mechanischen Trennung der Gesteinsgemengtheile nach dem specifischen Gewichte und vermittelst des Elektromagneten und endlich kurze Mittheilungen über die Structur der gesteinsbildenden Mineralien und eine systematische Uebersicht derselben folgen.

Herstellung der mikroskopischen Präparate.

Um von einem Gestein einen Dünnschliff herzustellen, schneidet man entweder mit Hilfe einer Maschine aus demselben eine passende Platte aus oder schlägt mit dem Hammer ein geeignetes, circa 2 qcm großes Stück ab und schleift an dasselbe, sei es nun auf einer Schmirgelscheibe mit der Maschine oder mit freier Hand, auf einer Eisenplatte zuerst mit gröberem Schmirgel und Wasser eine möglichst ebene Fläche an. Die Korngröße des hierbei zu verwendenden Schmirgels hängt von der Härte des zu untersuchenden Gesteines ab. Gleichmäßigkeit des Schmirgelkornes und eine möglichst ebene Eisenplatte, die noch nicht ausgeschliffen sein darf, sind Hauptbedingungen zur Erzielung ebener Flächen an den Schleifstücken.

Ist die Fläche eben genug, so wird sie auf einer Glasplatte mit Wasser und feinem Schlamm- oder Mehlschmirgel polirt. Mit dieser Fläche wird nun das Schleifstück vermittelst gekochten Canadabalsams auf eine gewöhnliche, am besten quadratische Glasplatte, welche jedoch etwas größer als das Schleifstück und, um sie besser halten zu können, ziemlich dick sein muß, aufgetragen.

Hierbei sind folgende Vorsichtsmaßregeln zu beobachten: Das Schleifstück muß früher gut gereinigt und getrocknet, der Canadabalsam genügend

erhitzt, nicht zu wenig und nicht zu viel gekocht werden, damit sich nicht der Schmirgel hineinlegt oder der Balsam vom Glase abspringt. Das Kochen des Balsams kann entweder in einem Löffel von Eisenblech oder auch direct auf dem oben erwähnten gläsernen Objectträger über einer Spiritusflamme besorgt werden. Hierbei ist zu beachten, daß der Canadabalsam nicht zu brennen anfängt. Der Zeitpunkt, wann der Balsam genug gekocht ist, läßt sich nicht angeben, da dies von der Dünnflüssigkeit desselben abhängt und erst durch mehrere Versuche eruirt werden muß. Genügend gekocht scheint der Balsam dann zu sein, wenn, nachdem er schon ziemlich stark zu rauchen begonnen hat, vom Boden des Löffels größere Blasen aufsteigen oder der Balsam von den Rändern des Glasplättchens zu weichen beginnt.

Am sichersten wird das Kochen des Canadabalsams in einem kleinen, mit Thermometer versehenen Ofen besorgt, wie solche R. Fueß in Berlin liefert.

Wurde der Balsam im Löffel gekocht, so gibt man eine kleine Portion auf einen gläsernen Objectträger und erwärmt diesen noch gelinde, so daß der Balsam dünnflüssig wird.

In den gekochten, noch dünnflüssigen Balsam drückt man das eben geschliffene Gesteinsplättchen mit der ebenen Fläche fest hinein, wobei zu beachten ist, daß keine Luftbläschen zwischen der Schlifffläche und dem Objectträger verbleiben, was häufig besonders bei nicht vollkommen eben geschliffenen Gesteinsplättchen der Fall ist. Man läßt dann die so präparirte Platte gut auskühlen. Nimmt der um das Gesteinsplättchen liegende Balsam keine Eindrücke an, und zeigt er sich risselos, dann ist er gut gekocht.

Nun kann man wieder mit grobem Schmirgel die noch rauhe Fläche der Gesteinsplatte abzuschleifen beginnen. Es wird so lange mit grobem Schmirgel geschliffen, bis die größeren Mineraleinsprenglinge oder die Platte selbst anfangen durchscheinend zu werden, resp. die Dicke von circa $^1/_2$—1 mm erreichen; hierbei ist wieder zu beachten, daß sie möglichst eben wird und der sie umgebende und schützende Canadabalsam nicht vollständig weggeschliffen wird. Sodann wird auf Glasplatten mit feinerem Schmirgel und zuletzt mit Schlammschmirgel so lange fortgeschliffen, bis das Gesteinsplättchen vollkommen durchsichtig wird.

Dasselbe wird dann vom Schmirgel gereinigt und von dem umgebenden Balsam durch vorsichtiges Abkratzen mit einem Messer befreit und getrocknet.

Zur Präparation richtet man sich einen besseren Objectträger (weißes, blasenfreies Solinglas), gut geputzt, d. h. frei von Staubtheilchen oder anhaftenden Tuchfäden, und getrocknet, her und gibt einen größeren Tropfen Canadabalsam darauf. Dieser kann wieder entweder direct auf dem Ob-

jectträger gekocht werden oder als bereits im Löffel gekocht aufgetragen werden.

Auf diesen Objectträger wird nun das dünne Gesteinsplättchen, auf welches ebenfalls ein kleiner Tropfen Balsam gegeben wurde, durch vorsichtiges und nicht zu starkes Erwärmen des Schleifobjectträgers zum Gleiten gebracht, vermittelst eines spitzen Holzstückchens herübergeschoben, der zum Präpariren dienende Objectträger nochmals etwas erwärmt, so daß der Balsam wieder dünnflüssig wird und das Gesteinsplättchen allseitig umgibt, und das Deckgläschen, welches natürlich vorher gereinigt und erwärmt werden muß, daraufgegeben und vorsichtig über dem Gesteinsschliff niedergedrückt, damit der überflüssige Balsam und die Luftblasen entweichen. Man läßt das Präparat langsam erkalten, bis der Balsam festgeworden ist, und reinigt dann dasselbe durch vorsichtiges Abkratzen des überflüssigen Balsams mit einem Messer und durch Waschen desselben mit Weingeist.

Da beim Abkratzen des Balsams, falls derselbe etwas zu viel gekocht war, leicht ein Abspringen des Deckgläschens erfolgt, ist es besser, den Balsam mit einem gelinde erwärmten Messer wegzuschaben und dann das Präparat mit Weingeist abzuwaschen.

Viele Gesteine, besonders grobkörnige, sehr poröse oder stark zersetzte, lassen sich nicht übertragen und gehen bei der Präparation vollständig auseinander. Schleifstücke solcher Gesteine müssen deshalb von vorne herein auf einem besseren Objectträger aufgetragen und, nachdem sie dünngeschliffen sind, direct auf demselben durch Daraufgießen gekochten Balsams auf den getrockneten und gereinigten Schliff und rasches Auflegen und sanftes Niederdrücken des Deckgläschens präparirt werden. Hierbei ist die Vorsicht zu gebrauchen, weder den Objectträger nochmals zu erwärmen, noch das Deckgläschen zu fest aufzudrücken, da in beiden Fällen oft ein Auseinandergehen des Schliffes eintritt; es ist daher nothwendig, die Präparation so rasch als möglich vorzunehmen, damit nicht der aufgegossene Balsam erkaltet und das Präparat wieder erwärmt werden muß.

Sehr poröse oder blasige, schlackige Gesteine, wie z. B. Bimsstein, oder sehr bröckelige, weiche, wie Tuffe, müssen, um das Anschleifen einer ebenen Fläche zu ermöglichen, vorher längere Zeit in gekochten Canadabalsam gelegt werden, damit dieser, in die Poren eindringend und beim Erkalten fest werdend, dem Gestein eine größere Consistenz ertheilt. Solche Dünnschliffe müssen natürlich auf die letzterwähnte Art direct auf dem Objectträger, auf welchem sie geschliffen wurden, präparirt werden.

Sehr leicht zerbrechliche Dünnschliffe kann man am gefahrlosesten in kaltem, in Aether oder Chloroform gelöstem Canadabalsam präpariren; man darf das Präparat nicht erhitzen und muß es sehr langsam eintrocknen

lassen. Es ist gut, hierbei immer etwas mehr Balsam zu nehmen, da sich sonst beim Eintrocknen des Balsams, d. h. Verdunsten des Aethers, Luftblasen unter das Deckglas hineinziehen. Ebenso ist es vortheilhaft, das Deckgläschen nicht mit Balsam zu beschmutzen, da das Reinigen des Präparates erst nach mehreren Wochen, nach vollständiger Trocknung des Balsams, vorgenommen werden kann.

Eine Methode, um isolirte Mineralkörner oder Sande u. dergl. schleifen zu können, gab Thoulet an.

Man mischt das zu schleifende Pulver mit dem circa 10fachen Volumen Zinkoxyd und rührt diese Mischung mit Kalisilicat zu einem dicken Brei. Letzteren preßt man in eine Form, welche aus einem kurzen weiten Glasrohrstück besteht, das auf einen Objectträger gestellt wird, und läßt denselben mehrere Tage lang stehen und eintrocknen. Getrocknet löst sich die Masse leicht aus dem Glase, ist fest und kann wie ein Gesteinssplitter nun weiter zu einem Dünnschliffe verarbeitet werden.

Um weiche oder durch weit vorgeschrittene Zersetzung mürbe gewordene Gesteine schleifen zu können, verfährt man nach A. Wichmann (Tschermak's Min. u. petr. Mitth. V, 1882, 33) am besten auf folgende Art: Man schabt die abgeschlagenen Scherben mit einem Messer zuerst auf der einen Seite eben und polirt diese auf einer trockenen Glasplatte, klebt hierauf das Scherbchen mit Canadabalsam, den man erst bis zur Zähflüssigkeit abkühlen läßt, damit das Gestein nicht durch die hohe Temperatur desselben verändert wird, auf einen Objectträger und schabt dann wieder mit dem Messer so lange, bis ein möglichst dünnes Blättchen zurückbleibt, welches man schließlich in in Aether gelöstem Canadabalsam präparirt.

Das Präparations-Material:

Der Schmirgel soll möglichst rein, d. h. unverfälscht und korundreich, am besten von einer Korngröße von 0,3—0,5 mm (grobe Sorte), der feine Schmirgel mehlartig sein.

Als beste Bezugsquelle für Oesterreich gilt die Union-Naxos-Schmirgelfabrik, Wien, VII. Seidengasse 3; die grobe Schmirgelsorte führt Nr. 70, die feine Sorte »geschlemmt«.

Der Canadabalsam soll möglichst klar und ziemlich dickflüssig sein.

Objectträger, Vereinsformat, wie Deckgläser, meist ausreichend 18 mm im Quadrat, können bezogen werden von W. P. Stender, Leipzig, Königstraße, oder Vogel in Gießen.

Cartons für mikroskopische Präparate in Buchform verfertigt Schröter, Leipzig, Windmühlenstraße.

Dünne Gesteinsplatten, wie Dünnschliffe werden angefertigt von Fueß, Berlin, SW., Alte Jakobstraße 108 und Voigt und Hochgesang in Göttingen; daselbst sind auch größere, systematisch geordnete Dünnschliffsammlungen zu beziehen.

Beide Firmen liefern auch für mineralogisch-petrographische Untersuchungen vortreffliche Mikroskope.

Das für mineralogisch-petrographische Untersuchungen zweckmäfsige, mit Polarisationsvorrichtung versehene Mikroskop*).

Th. Liebisch. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung. Berlin, 1879, p. 342.
H. Rosenbusch. N. Jahrb. f. Miner. u. Geol. 1876, p. 504.
Ueber die Anwendung der Condensorlinse bei Untersuchungen im convergent-polarisirten Lichte:
v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Miner. u. Geol. 1878, p. 377.
E. Bertrand. Société minéralogique de France. 1878, 9 Mai p. 22 und 14 Nov. p. 96.
C. Klein. Nachr. d. k. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen. 1878, p. 461.
Ueber stauroskopische Methoden:
H. Laspeyres. Groth's Zeitschr. f. Krystallographie, VI. Bd. p. 429.
L. Calderon. Groth's Zeitschr. f. Krystallographie, II. Bd. p. 68.

Das vollständig ausgerüstete Polarisationsmikroskop (Fig. 1 und 2) unterscheidet sich von den gewöhnlichen Mikroskopen 1) durch das Vorhandensein eines graduirten, mit Nonius versehenen, horizontal drehbaren Objecttisches (Fig. 1, *c*) zur Bestimmung der Auslöschungsrichtungen, Winkelmessungen etc., 2) zweier Nicol'scher Prismen (Fig. 2, *ss* und *rr*) zur Untersuchung im parallel-polarisirten Lichte, 3) der Condensorlinse (Fig. 2, *TT*) zur Untersuchung im convergent-polarisirten Lichte, 4) einer senkrecht zur Hauptaxe geschliffenen, planparallelen, über der Objectivlinse in einen Schlitz (Fig. 2, *tt*) einzuschiebenden Quarzplatte (Fig. 2, *zz*) zur Bestimmung schwach doppeltbrechender Mineralien, 5) einer senkrecht zur Hauptaxe geschliffenen, planparallelen Calcitplatte zu stauroskopischen Untersuchungen, resp. einer Calderon'schen Doppelplatte (Fig. 2, *c*) oder Brezina'schen Calcitplatte, in ein Ocular eingefügt, 6) einer Viertel-Undulationsglimmerplatte und einer Dove'schen Quarzcompensationsplatte, resp. eines dünnen Quarzkeiles, in oder unter dem Analysator einzuschieben, zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung dienend, ferner 7) durch einen Apparat zur Centrirung des Objecttisches (Fig. 1, *m* und *n*, Fig. 2, *N*, *nn*, *mm*) und verschiedene kleinere Hilfsapparate, wie in den Ocularen fixirte Fadenkreuze, Ocular- oder Tisch-Mikrometer, Blende (Fig. 2, *dd*) für die Untersuchungen im convergent-polarisirten Lichte, Theilung des Mikrometerschraubenkopfes und Eintheilung der Objecttischplatte (Fig. 2, *g*).

Von diesen zu mineralogisch-optischen Untersuchungen angebrachten Nebenapparaten befindet sich das eine Nicol'sche Prisma, der Polarisator (Fig. 2, *rr*), unter dem Objecttisch über dem Beleuchtungsspiegel in fixer

*) Hier der Kürze halber auch als »Polarisationsmikroskop« bezeichnet.

Stellung, der zweite, Analysator (Fig. 2, *ss*), ist mit einer Gradeintheilung versehen und über das Ocular stülpbar. Sehr bequem für die Untersuchungen im parallel-polarisirten Lichte ist es, wenn der Polarisator in



Fig. 1. Polarisationsmikroskop von R. Fueß. Neues Modell.

einer solchen Stellung fixirt ist, daß die Schwingungsrichtungen beider Nicol'scher Prismen aufeinander senkrecht stehen, d. h. gekreuzte Nicols sind, sobald der Nullpunkt des Analysators mit einer am Tubus angebrachten

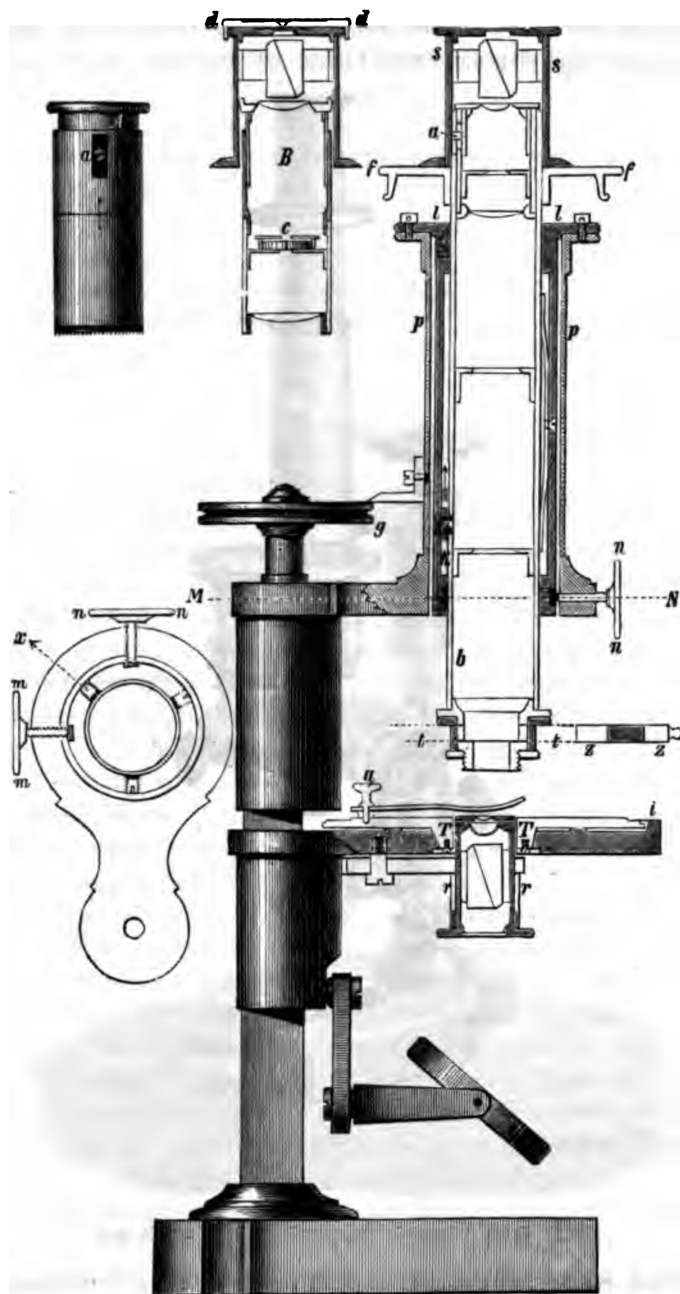


Fig. 2. Polarisationsmikroskop von R. Fueß. Aelteres Modell, Durchschnitt.

Marke übereinstimmt und zugleich das mit einem Fadenkreuz versehene Ocular im Tubus so fixirbar ist, daß die Arme des Kreuzes genau parallel mit den Schwingungsrichtungen der beiden Nicols liegen.

Ist letzteres nicht schon der Fall, so müssen für jeden Fall zuerst die Nicols gekreuzt werden, indem man den Analysator so lange dreht, bis vollständige Dunkelheit eintritt, und diese Stellung des Analysators anmerkt. Ferner müssen die Arme des Fadenkreuzes den Nicolhauptschnitten parallel gestellt werden; dies geschieht auf folgende Art: man gibt ein kleines, mit einer Prismenfläche auf einen Objectträger aufgeklebtes Quarzkryställchen oder einen Gesteinsschliff, in dem sich ein Längsschnitt einer Apatitnadel befindet, auf den Objecttisch des Mikroskopes, dessen beide Nicols früher vollkommen gekreuzt wurden, und dreht nun denselben so lange, bis das Quarz- oder Apatitkryställchen vollkommene Dunkelheit zeigt; dann nimmt man den Analysator vom Ocular ab und stellt den einen Arm des im Ocular befindlichen Fadenkreuzes durch Drehen des Oculares parallel der Prismenkante des Quarzkryställchens resp. der Längskante der Apatitnadel. Um die Auslöschungsrichtungen der Mineralien bestimmen zu können, ist immer die Vorsicht anzuwenden, daß das auf angegebene Art richtig gestellte Fadenkreuz-Ocular nicht verrückt wird, was beim Abnehmen des Analysators sehr leicht der Fall ist.

Der Condensor (die Lasaulx-Bertrand'schen Linsen) zur Erzeugung convergent-polarisirten Lichtes im Mikroskope besteht aus zwei planconvexen Linsen, von welchen die eine direct über dem Polarisator angeschraubt ist und die zweite, in einer Fassung befindliche, auf die erste aufgelegt wird (Fig. 2, *TT*). Bei der Untersuchung im convergenten Lichte entfernt man das Ocular und kreuzt die Nicols. Am besten arbeitet man mit Objectiv 7 und Ocular 3 Hartnack; es lassen sich aber noch schärfere Objectivsysteme mit Vortheil anwenden. Bei Untersuchung sehr winziger Krystalldurchschnitte gibt man zur Isolirung des zu untersuchenden Durchschnittes eine Blende (Fig. 2, *dd*) auf den Analysator. Zur Vergrößerung der Interferenzbilder kann man noch die Bertrand'sche Linse in den Tubus an Stelle des herausgenommenen Oculares einschieben.

Die beiläufig 2 mm dicke, planparallele, senkrecht auf die optische Axe geschliffene Biot-Klein'sche Quarzplatte (Fig. 2, *zz*) ist in eine kleine Messinghülse gefaßt und wird in einen passenden, gerade über der Objectivlinse befindlichen Schlitz (Fig. 2, *tt*) eingeführt. Bei der Untersuchung schwach doppeltbrechender oder zonal gebauter Mineralien mit der Quarzplatte dreht man den oberen Nicol, nachdem die Quarzplatte eingeführt wurde und der Polarisator, Objectiv und Ocular am passenden Orte ist, so lange, bis das überaus empfindliche Roth, die sog. »teinte sensible« des circular-polarisirenden Quarzes erscheint, und gibt dann das zu untersuchende Mineral unter das Objectiv.

Sehr schwach doppeltbrechende Mineralien werden eine Veränderung der Farbe hervorrufen, z. B. Leucit oder optisch anomale Mineralien, wie Granat.

Die Quarzplatte ist auch zur genaueren Bestimmung der Lage der Schwingungsrichtungen verwendbar, da alle doppeltbrechenden Mineralien eine Veränderung der Farbe hervorrufen werden und diese nur unverändert bleibt in isotropen Schnitten oder sobald eine Elasticitätsaxe mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt.

Die planparallele, ebenfalls beiläufig 2 mm dicke und senkrecht auf die optische Axe geschliffene Calcitplatte ist in einen Korkring gefaßt und wird zum Gebrauche zwischen Ocular und den Analysator gelegt. Die Nicols werden gekreuzt und es findet sich dann die Interferenzfigur der Calcitplatte auf dem zu untersuchenden Mineraldurchschnitt. Die Arme des Fadenkreuzes müssen wieder in Uebereinstimmung mit den Armen des Interferenzkreuzes der Calcitplatte gebracht werden.

Genauere stauroskopische Untersuchungen mit dieser können aber nur an größeren Mineraldurchschnitten vorgenommen werden.

Am geeignetsten zu mikrostauroskopischen Messungen ist die Calderon'sche Doppelplatte (Fig. 2, *c*). »Dieselbe besteht in einem künstlichen Zwilling von Calcit (Fig. 3, *abcdef*), in der Weise hergestellt, daß man ein Rhomboëder nach der kurzen Diagonale durchschneidet, von jeder Hälfte eine keilförmige Partie abschleift und beide dann mit den alsdann polirten Schliffflächen aneinanderkittet. Schleift man nunmehr den ein- und den ausspringenden Winkel dieses Zwillings ab, so erhält man eine planparallele Platte *xyvw*, halbirt durch die Trennungsfläche der beiden Calcitstücke *cd*, welche, vertical gesehen, als eine äußerst feine gerade Linie erscheint.

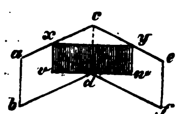


Fig. 3. Calderon'sche Doppelplatte.

Eine solche Doppelplatte befindet sich in einem der Oculare so befestigt, daß die Grenzlinie der Platte dem Hauptschnitte des einen Nicols parallel ist, d. h. daß die beiden Hälften zwischen gekreuzten Nicols genau den gleichen Grad der Auslöschung zeigen«.

Zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung verwendet man bei optisch-einaxigen Mineralien ein Viertelundulationsglimmerblättchen, bei optisch-zweiaxigen eine circa 2 mm dicke, senkrecht auf die optische Axe geschnittene Quarzplatte oder einen Quarzkeil, deren eine Fläche parallel der optischen Axe, die andere um 5° zu ihr geneigt ist.

Bei der Untersuchung der durch die Anwendung der Condensorlinse erhaltenen Interferenzbilder optisch-einaxiger Mineralien auf den Charakter der Doppelbrechung legt man das Glimmerblättchen so auf den Tubus und unter den Analysator, daß die optische Axenebene des Glimmers, die auf

der Fassung desselben durch einen Strich markirt ist, unter 45° zu den Schwingungsebenen der Nicols geneigt ist. Bei Untersuchung optisch-zweiaxiger Mineralien wird der Quarzkeil in eine im Analysator so angebrachte Oeffnung geschoben, daß die Hauptaxe des Quarzes mit der Schwingungsebene des Analysators 45° macht. Die Interferenzfigur des untersuchten Minerals wird durch Drehung des Objecttisches in die Stellung gebracht, daß die optische Axenebene einmal parallel, dann senkrecht zur Hauptaxe des Quarzkeiles ist.

Hat man nur eine zur optischen Axe senkrecht geschliffene Quarzplatte zur Verfügung, so muß man den Analysator mit der einen Hand so weit von dem vom Ocular befreiten Tubus des Mikroskopes abheben, daß man mit der Quarzplatte unter demselben operiren kann, jedoch immer berücksichtigen, daß die beiden Nicols vollständig gekreuzt sind. Man dreht dann die Quarzplatte mit der anderen Hand ein wenig um eine horizontale Axe, so daß die Lichtstrahlen durch eine dickere Quarzschicht gehen müssen, und zwar einmal so, daß die Drehungsaxe der optischen Axenebene des Minerals parallel, und einmal, daß sie senkrecht zu derselben geht.

Um einen beliebigen Punkt des untersuchten Objectes genau centriren und centrisch zu sich selbst drehen zu können, was insbesonders bei Winkelmessungen nöthig ist, kann man entweder den drehbaren Objecttisch in zwei aufeinander senkrechten Richtungen (Fig. 1, *m* und *n*) oder den in einer Hülse befindlichen Tubus mit Hilfe zweier Schrauben (Fig. 2, *mm* und *nn*) bewegen. Bei jeder verschiedenen Combination von Ocular und Objectiv muß eine neue Centrirung des Objecttisches resp. Tubus vorgenommen werden.

Ist der Objecttisch centrirbar, so dient eine der Centrirschrauben (Fig. 1, *m*) gleichzeitig als Mikrometer. Jede Umdrehung dieser Schraube, deren Anzahl an einem neben angebrachten Ringe (*p*) abgelesen werden kann, entspricht natürlich einer bestimmten Größe der Verrückung des Tisches, resp. des auf demselben liegenden Objectes; so entspricht z. B. beim neuen Fueß'schen Mikroskope ein Intervall der Mikrometerschraube einer Horizontalbewegung des Objecttisches um 0,002 mm.

Anstatt dieses Tischmikrometers wird oft den Mikroskopen ein Ocularmikrometer beigegeben. Es ist dies ein in das Ocular einfügbares rundes Glasblättchen, auf welchem eine feine Millimeterskala eingravirt ist.

Zur Bestimmung der Dicke dünner Blättchen, resp. des Brechungsexponenten planparalleler Mineralblättchen nach der Methode des Duc de Chaulnes ist die den Tubus in verticaler Richtung bewegende Mikrometerschraube (Fig. 2, *g*) mit einem Theilkreise versehen, der die Umdrehung derselben und so die Größe der verticalen Bewegung des Tubus abzulesen ermöglicht. Bei dem erwähnten Fueß'schen Instrumente ist

die Tubusmikrometerschraube in 500 Grade getheilt, deren jeder einer Verticalbewegung um 0,001 mm entspricht.

Der Brechungsexponent wird nach der Formel $n = \frac{d}{d-r}$ bestimmt, wobei *d* die Dicke des Mineralblättchens und *r* die Verschiebung des Tubus bedeutet, die nöthig ist, um einen Punkt, auf den scharf eingestellt wird, durch die zwischengeschobene Platte hindurch wieder scharf zu sehen.

Um das Wiederfinden besonders zu bemerkender Stellen in den Präparaten zu erleichtern, sind auf dem Objecttische (Fig. 1, *c*) zwei auf einander senkrechte Skalen angebracht, die vom Centrum des kreisförmigen Tisches nach dem 0°- und 90°-Punkt der äußeren Randtheilung desselben gehen und z. B. in ganze oder halbe Millimeter eingetheilt sind. Man braucht dann nur den Objectträger so auf den Tisch quer über die beiden Skalen zu legen, daß zwei seiner Seiten den Theilstrichen parallel liegen, und die betreffenden Zahlen dieser Theilstriche so auf dem Präparate zu notiren, daß dadurch die Stellung in Bezug auf rechts und links fixirt ist; legt man den Objectträger später wieder in derselben Stellung auf den Objecttisch, so befindet sich der gesuchte Punkt im Gesichtsfelde.

Endlich befindet sich bei den Mikroskopen der erwähnten Firmen Fueß und Voigt und Hochgesang noch ein heizbarer Objecttisch, der über den kreisförmigen drehbaren aufgesetzt und, mit einem Thermometer versehen, durch eine in einen Glimmerschornstein eingestellte Weingeistflamme erhitzt werden kann und gute Dienste z. B. bei Bestimmung der Flüssigkeitseinschlüsse in den Mineralien leistet, ferner verschiedene Blenden, theils zum Auflegen auf das Ocular, resp. den Analysator, theils zum Einschieben an Stelle des Polarisators.

Bei weitem zweckmäßiger als der erwähnte, von Max Schultze herrührende Erhitzungsapparat ist der von Vogelsang (Poggend. Ann. CXXXVII, pag. 58) angegebene, bei welchem das Object durch einen vermittelst des galvanischen Stromes erhitzten Platindraht erwärmt wird. Man kann bis zu 200° C. erwärmen, die Geschwindigkeit der Temperaturveränderungen beliebig regeln und den erreichten Wärmegrad leicht ziemlich unverändert erhalten.

Die Anzahl der verschiedenen Ocular- und Objectivlinsen, durch deren Combination man das Object verschieden stark vergrößern kann, ist eine beliebige; für mineralogisch-petrographische Untersuchungen genügen gewöhnlich Ocular 1, 2, 3, 4 und Objectiv 3, 5, 7, 9 von Hartnack, welche wohl allgemein als die besten gelten und zu dem erwähnten Fueß'schen Instrumente geliefert werden.

A. Optische Untersuchungsmethoden.

1. Untersuchung der Mineraldurchschnitte im parallel-polarisirten Lichte.

Rosenbusch. Mikr. Physiographie etc., p. 55—107.
Groth. Physikalische Krystallographie. Leipzig, 1876.

Zur Erzeugung parallel-polarisirten Lichtes im Mikroskope kreuzt man beide Nicol'sche Prismen vollständig, so daß die kurzen Diagonalen, entsprechend den Schwingungsrichtungen der Nicols, aufeinander senkrecht stehen und vollständige Dunkelheit im Gesichtsfelde eintritt, gibt Ocular und Objectiv je nach der nöthigen Stärke der Vergrößerung an den Tubus, stellt den zu untersuchenden Durchschnitt so ein, daß er bei Drehung des Tisches im Gesichtsfelde bleibt, und untersucht sein Verhalten im polarisirten Lichte bei totaler Horizontaldrehung des Tisches. Die über dem Polarisator angebrachte Sammellinse, Condensor, zur Erzeugung convergent-polarisirten Lichtes kann am Platze belassen werden, da sie bei der Untersuchung nicht hindert, weil ein Herausziehen des Oculares nicht nöthig ist.

Bekanntlich unterscheidet man einfachbrechende und doppeltbrechende Mineralien; zu den ersteren gehören die amorphen und regulär krystallisirenden Mineralien. Die doppeltbrechenden werden wieder je nach der Anzahl der optischen Axen und der Elasticitätsaxen in optisch-einaxige und optisch-zweiaxige Mineralien unterschieden. Zu den optisch-einaxigen gehören die tetragonal und hexagonal, zu den optisch-zweiaxigen die rhombisch, monoklin und die triklin krystallisirenden Mineralien.

Im Folgenden soll nun das Verhalten der Mineralien nach den verschiedenen Krystallsystemen, dem sie angehören, besprochen werden.

I. Einfachbrechende Mineralien.

Amorphe und reguläre. Gibt man ein solches Mineral unter das Mikroskop bei gekreuzten Nicols, so werden sämmtliche Durchschnitte desselben bei totaler Horizontaldrehung vollständig dunkel bleiben, d. h. sie sind isotrop.

Es wird an der durch die gekreuzten Nicols hervorgebrachten Dunkelheit des Gesichtsfeldes durch Einstellung eines Blättchens eines amorphen oder regulär krystallisirenden Minerals nichts geändert, weil die isotropen Körper keine Aenderung in der Schwingungsrichtung des durchfallenden Lichtes hervorbringen und in ihnen die Aetherelasticität nach allen Richtungen die gleiche ist. Der Brechungsexponent n ist für alle Richtungen constant.

Im Stauroskope, bei Anwendung der Calcitplatte, tritt keine Aenderung der Interferenzfigur derselben bei totaler Horizontaldrehung ein, ebenso keine Aenderung in der Beschattung der beiden Hälften der Calderon'schen Doppelplatte, sie bleiben gleich dunkel, so daß die Trennungslinie nicht sichtbar ist.

Eine Reihe von amorphen und regulären Mineralien, worunter auch einige als Gesteinsgemengtheile auftreten, wie der Opal, Granat, Analcim, Perowskit, zeigen manchmal optische Anomalien, indem Dünnschnitte dieser im parallel-polarisirten Lichte bei Drehung des Tisches sich öfters aufhellen. Der Grund dieser Erscheinungen liegt wahrscheinlich in den beim Wachsthum der Krystalle hervorgebrachten inneren Spannungen. Gleichzeitig ist häufig mit der optischen Anomalie auch ein detaillirter zonaler Bau constatirbar.

II. Doppeltbrechende Mineralien.

Ein Mineral ist doppeltbrechend, sobald ein Theil der Durchschnitte desselben im parallel-polarisirten Lichte bei totaler Horizontaldrehung Farbenerscheinungen aufweist, d. h. Polarisationsfarben zeigt. Solche Durchschnitte werden hierbei viermal farbig und dunkel; letzteres immer bei Drehung von 90° zu 90°, d. h. er löscht dann aus, sobald eine Elasticitätsaxe mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt. Die Doppelbrechung hängt zusammen mit der Verschiedenheit der Aetherelasticität nach bestimmten Richtungen in diesen Mineralien. Die Farbenerscheinungen sind eine Folge der durch die Doppelbrechung bedingten Interferenz der Lichtstrahlen und hängen ab von der Größe des Brechungsexponenten, von der Richtung des Schnittes und der Dicke des Mineralblättchens.

Man unterscheidet o p t i s c h - e i n a x i g e Mineralien, die tetragonal und hexagonal krystallisirenden umfassend, in denen die Aetherelasticität nach zwei Richtungen, in der parallel und in der senkrecht zur Hauptaxe, eine verschiedene ist, $\mathfrak{a}$ = größte, $\mathfrak{c}$ = kleinste Elasticitätsaxe, und nur eine Richtung existirt, in der keine Doppelbrechung stattfindet, nämlich in der Richtung der optischen Axe, die mit der Hauptaxe zusammenfällt. Der Brechungsexponent des ordentlichen, senkrecht zum optischen Hauptschnitt, d. i. derjenigen Ebene, welche der optischen Axe parallel und auf die Eintrittsfläche des Lichtes senkrecht ist, schwingenden Strahles ($= \omega$) ist verschieden von dem des außerordentlichen in dem optischen Hauptschnitte schwingenden Strahles ($= \varepsilon$). Fällt die Hauptaxe, resp. optische Axe zusammen mit der Axe der größten Elasticität $c = \mathfrak{a}$ und ist $\omega > \varepsilon$, so ist das Mineral negativ, ist $c = \mathfrak{c}$ und $\omega < \varepsilon$, so positiv doppeltbrechend; je größer der Unterschied in den beiden Brechungsexponenten ist, desto stärker ist das Mineral doppeltbrechend.

Ein Schnitt eines tetragonalen oder hexagonalen Minerals senkrecht auf die Hauptaxe, parallel *oP* geführt, erweist sich im parallel-polarisirten Lichte bei totaler Horizontaldrehung als isotrop, wie der eines einfach brechenden, d. h. er bleibt vollständig dunkel. Schnitte, parallel der Hauptaxe, parallel einer Prismenfläche, sind im allgemeinen von rechteckiger Form und werden zwischen gekreuzten Nicols jedesmal dunkel, sobald eine der Seiten des Rechteckes, resp. einer der der Hauptaxe parallelen Spaltrisse einem der Nicolhauptschnitte, resp. einem Arm des Fadenkreuzes, parallel ist; dies ist bei totaler Horizontaldrehung viermal der Fall. Man sagt dann, der Längsschnitt löscht gerade, parallel den krystallographischen Axen aus.

Fig. 4 veranschaulicht die gerade Auslöschung eines optisch-einaxigen Krystalldurchschnittes *abcd*, dessen Hauptaxe *c* ist. *vw* und *xy* sind die Durchschnitte der beiden gekreuzten Nicols, deren optische Hauptschnitte mit den kurzen Diagonalen der rhombischen Querschnitte zusammenfallen.

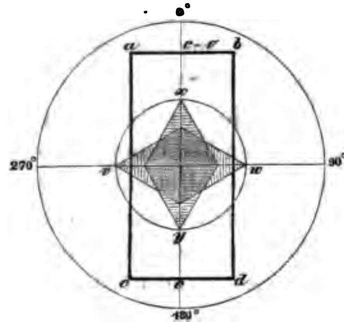


Fig. 4. Gerade Auslöschung.

Sobald die Hauptaxe, resp. eine der Seiten irgend einen Winkel mit dem Nicolhauptschnitte resp. dem Fadenkreuz bildet, zeigt der Längsschnitt Polarisationsfarben.

Gegen die Hauptaxe geneigte Schnitte, z. B. parallel einer Pyramidenfläche, löschen natürlich immer parallel der Hauptaxe, aber nicht immer parallel den Seiten aus; so löscht ein dreieckiger oder fünfeckiger Durchschnitt wohl parallel einer der Seiten aus, da die Hauptaxe in solchen Schnitten in der Richtung einer auf diese Seite Senkrechten verläuft, während ein rhombischer Durchschnitt parallel den Diagonalen der Figur auslöschen wird. Man kann sich das Verhalten der verschiedenen Durchschnitte eines optisch-einaxigen Minerals im parallel-polarisirten Lichte an einem gläsernen Krystallmodell, in dem die Hauptaxe markirt ist, leicht vorstellen, wenn man immer berücksichtigt, daß die Auslöschung parallel der Hauptaxe erfolgt.

Im Stauromikroskope (bei Anwendung der Calcitplatte) zeigt sich die Calcitinterferenzfigur bei Querschnitten optisch-einaxiger Mineralien immer, bei Längsschnitten nur dann ungestört, wenn die Hauptaxe, resp. irgend eine derselben parallele Umrißlinie des Krystalles mit einem der Arme des Fadenkreuzes, welche ja übereinstimmend mit den Nicolhauptschnitten am Mikroskope angebracht sind, zusammenfällt.

Bei Anwendung der Calderon'schen Doppelplatte verhalten sich die Querschnitte wie isotrope Durchschnitte; Längsschnitte, unter das Mikroskop

gebracht, bringen jedesmal dann eine Aenderung in der Beschattung der beiden Hälften der Platte hervor, sobald die Hauptaxe nicht parallel ist den Hauptschwingungsrichtungen der Nicols, resp. den Fadenkreuzarmen oder der Trennungslinie der Calderon'schen Platte, welche drei Objecte am Mikroskop genau einander parallel gestellt sind. Ist die Hauptaxe parallel der Trennungslinie, so sind beide Hälften der Platte zwischen gekreuzten Nicols gleich dunkel; ist dies nicht der Fall, so sind die beiden Hälften ungleich beschattet, die eine dunkel, die andere hell, oder beide gleich hell.

Ob das untersuchte Mineral einem tetragonal oder hexagonal krystallisirenden angehört, kann man nur an der Art der Umrisse der auf die Hauptaxe senkrechten Schnitte erkennen; sind dieselben vier- oder achteckig, so gehören sie wohl dem tetragonalen, wenn sechs- oder zwölfeckig, dem hexagonalen System an.

Bei den optisch-zweiaxigen Mineralien gibt es zwei Richtungen, in welchen keine Doppelbrechung stattfindet, d. h. zwei optische Axen, und nimmt man drei aufeinander senkrechte Elasticitätsaxen, d. h. Richtungen an, in welchen die Elasticität des Lichtäthers verschieden ist; mit $\mathfrak{a}$ bezeichnet man die Richtung der größten, mit $\mathfrak{b}$ die der mittleren und mit $\mathfrak{c}$ die der kleinsten Elasticität.

Die optischen Axen fallen nicht mit den krystallographischen Axen zusammen und bilden mit einander Winkel; die den spitzen Winkel derselben Halbirende nennt man 1. Mittellinie oder spitze Bisectrix, die den stumpfen Halbirende 2. Mittellinie oder stumpfe Bisectrix. Die optischen Axen und die beiden Mittellinien liegen in einer Ebene, der optischen Axenebene (AE); senkrecht auf die optische Axenebene steht die optische Normale. Die mittlere Elasticitätsaxe ($\mathfrak{b}$) fällt immer zusammen mit der optischen Normale, während die Axe der größten und der kleinsten Elasticität bald mit der ersten, bald mit der zweiten Mittellinie übereinstimmt. Ist $\mathfrak{a} = 1$. M., dann ist $\mathfrak{c} = 2$. M. und das Mineral negativ, wenn $\mathfrak{c} = 1$. M., resp. $\mathfrak{a} = 2$. M. ist, so ist es positiv doppeltbrechend.

Man nimmt entsprechend den drei Elasticitätsaxen drei verschiedene Brechungsexponenten α, β, γ an.

Zu den doppeltbrechenden Mineralien gehören die im rhombischen, monoklinen und triklinen System krystallisirenden.

Rhombische Mineralien. In diesen fallen die drei Elasticitätsaxen, $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$, mit den drei krystallographischen Axen, $\breve{a}$, $\bar{b}$, c', zusammen, jedoch nicht etwa immer so, daß $\mathfrak{a} = \breve{a}$ etc. wäre, sondern jede der krystallographischen Axen kann mit jeder der Elasticitätsaxen zusammenfallen. $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ sind immer Mittellinien und die optische Axenebene (AE) ist immer einem der drei Pinakoide parallel.

Es können nun folgende Fälle vorkommen:

Wenn $AE \parallel oP$, so ist $\left.\begin{array}{ll} \breve{a} = \mathfrak{a} & \bar{b} = \mathfrak{c} \\ \breve{a} = \mathfrak{c} & \bar{b} = \mathfrak{a} \end{array}\right\} c' = \mathfrak{b}$

Wenn $AE \parallel \infty \breve{P} \infty$, so ist $\left.\begin{array}{ll} c' = \mathfrak{a} & \breve{a} = \mathfrak{c} \\ c' = \mathfrak{c} & \breve{a} = \mathfrak{a} \end{array}\right\} \bar{b} = \mathfrak{b}$

Wenn $AE \parallel \infty \bar{P} \infty$, so ist $\left.\begin{array}{ll} c' = \mathfrak{a} & \bar{b} = \mathfrak{c} \\ c' = \mathfrak{c} & \bar{b} = \mathfrak{a} \end{array}\right\} \breve{a} = \mathfrak{b}$

Als Beispiele hiefür dienen Fig. 5—8, welche eine schematische Darstellung der optischen Orientirung der rhombischen Augite und Hornblende, in Schnitten parallel zur optischen Axenebene, sind. *A* und *B* bedeuten die beiden optischen Axen, die Mittellinien oder Elasticitätsaxen sind mit deutschen, die krystallographischen Axen mit lateinischen Buchstaben bezeichnet.

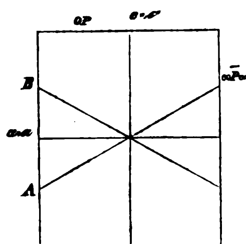


Fig. 5. Hypersthen, $\parallel \infty \breve{P} \infty$.

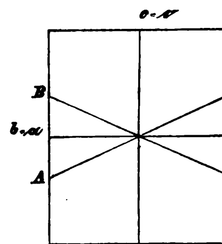


Fig. 6. Bastit, $\parallel \infty \bar{P} \infty$.

Durchschnitte parallel den drei Pinakoidflächen, im allgemeinen rechteckig, löschen gerade aus, d. h. werden nur dann zwischen gekreuzten Nicols dunkel, wenn eine der Seiten des Rechteckes oder einer der pinakoidalen Spaltrisse einem Nicolhauptschnitte parallel ist. Sobald eine der krystallographischen Axen mit einem der Nicolhauptschnitte zusammenfällt, tritt Dunkelheit ein; bei totaler Horizontaldrehung ist dies viermal der Fall, wie bei den Längsschnitten der optisch-einaxigen Krystalle. Von diesen lassen sich die rhombischen Mineralien schon dadurch im parallel-polarisirten Lichte unterscheiden, daß die Schnitte parallel *oP* nicht wie bei den einaxigen isotrop sind.

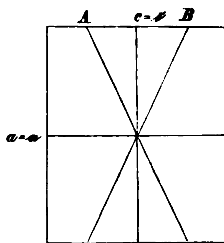


Fig. 7. Enstatit und Bronzit, $\parallel \infty \breve{P} \infty$.

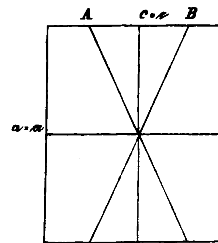


Fig. 8. Anthophyllit, $\parallel \infty \breve{P} \infty$.

Bei totaler Horizontaldrehung bleiben nur solche Schnitte der rhombischen Mineralien vollkommen dunkel (isotrop), welche genau senkrecht auf eine der beiden optischen Axen gerichtet sind; es sind dies, je nach der Lage der optischen Axenebene, Schnitte im Sinne einer Fläche $\bar{P} \infty$, $\breve{P} \infty$ oder einer Prismenfläche. Isotrope Schnitte werden selbstverständlich bei den rhombischen Mineralien viel seltener als bei den optisch-einaxigen sein und auch keine so regelmäßige Form haben wie diese.

Wie die pinakoidalen Schnitte, resp. aus der Zone $oP : \infty P \infty$ und $oP : \infty \breve{P} \infty$, so löschen auch alle der Verticalaxe (c') parallelen Längsschnitte aus der Zone $\infty \bar{P} \infty : \infty \breve{P} \infty$ gerade, parallel den Seiten oder einem der Verticalaxe parallelen Spaltungsrisse aus. Gegen die Verticalaxe geneigte, symmetrische Schnitte, welche nicht den erwähnten Zonen angehören, löschen meistens nicht nach ihren Figurenaxen aus.

Im Stauromikroskope zeigt sich die Calcitinterferenzfigur, resp. die Beschattung der Calderon'schen Doppelplatte nur dann ungestört, wenn eine der krystallographischen Axen mit einem der Nicolhauptschnitte zusammenfällt; isotrope Schnitte üben natürlich bei totaler Horizontaldrehung keine Wirkung auf beide Platten aus.

M o n o k l i n e M i n e r a l i e n. Im monoklinen System fällt nur mehr die Orthodiagonale ($\bar{b}$) mit einer Elasticitätsaxe zusammen, die beiden anderen Elasticitätsaxen bilden mit den übrigen krystallographischen Axen ($\grave{a}$ und c') Winkel. Die optische Axenebene ist entweder parallel oder rechtwinklig auf der Symmetrieebene $\infty \not{P} \infty$. Bei den monoklinen Mineralien gibt es folgende Arten der optischen Orientirung.

$$\text{Ist } AE \parallel \infty \not{P} \infty, \text{ so ist } \left.\begin{array}{l} 1.\text{ M.} = \mathfrak{c} \\ \text{oder } 1.\text{ M.} = \mathfrak{a} \end{array}\right\} \bar{b} = \mathfrak{b};$$

dann ist $\mathfrak{c}$ und $\mathfrak{a}$ gegen c' und $\grave{a}$ geneigt.

$$\begin{array}{rl} \text{Ist hingegen } AE \perp \infty \not{P} \infty, \text{ so ist } & 1.\text{ M.} = \bar{b} = \mathfrak{a} \\ & 1.\text{ M.} = \bar{b} = \mathfrak{c} \\ \text{oder } & 2.\text{ M.} = \bar{b} = \mathfrak{a} \\ & 2.\text{ M.} = \bar{b} = \mathfrak{c} \end{array}$$

in diesem Falle ist dann $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ oder $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{a}$ gegen c' und $\grave{a}$ geneigt.

In Fig. 9—14 ist eine schematische Darstellung der optischen Orienti-

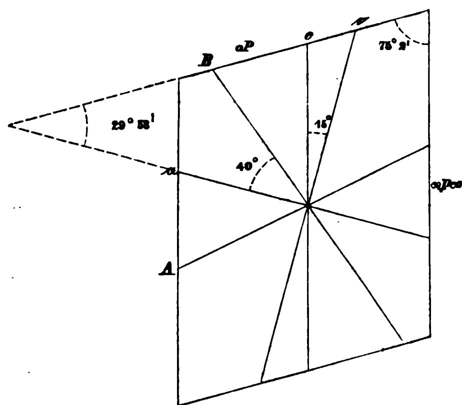


Fig. 9.
Hornblende, $\parallel \infty \not{P} \infty$.
(Nach Fouqué).

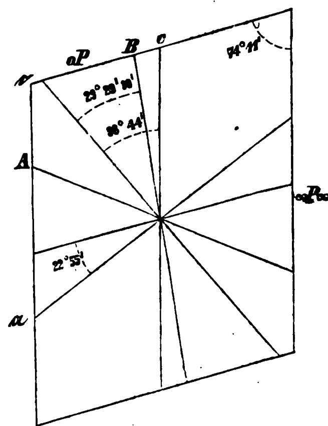


Fig. 10.
Augit, $\parallel \infty \not{P} \infty$.
(Nach Fouqué).

rung mehrerer gesteinsbildender, monokliner Mineralien gegeben. Die Durchschnitte sind parallel zur optischen Axenebene, *A* und *B* sind optische

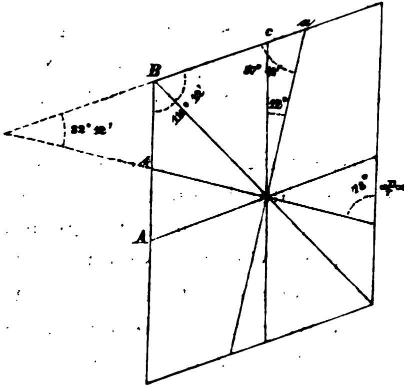


Fig. 11.
Wollastonit, ‖ ∞ P̶ ∞.
(Nach Fouqué).

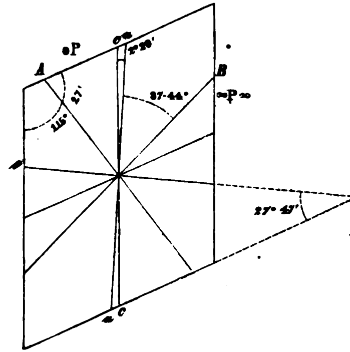


Fig. 12.
Epidot, ‖ ∞ P̶ ∞.
(Nach Fouqué).

Axen, 𝔞 und 𝔠 Mittellinien, *c* Verticalaxe. Beim Titanit, Fig. 13, ist außerdem noch der Sinn der Dispersion der optischen Axen *AB* ausgedrückt,

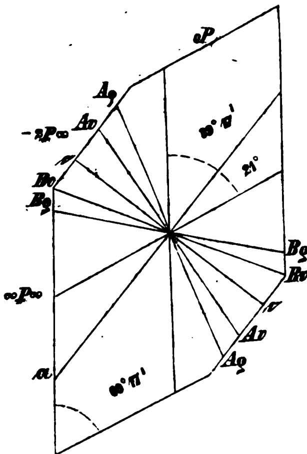


Fig. 13.
Titanit, ‖ ∞ P̶ ∞.
(Nach Fouqué).

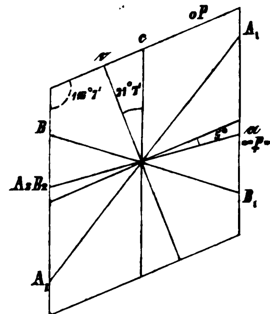


Fig. 14.
Orthoklas, ‖ ∞ P̶ ∞.
(Nach Fouqué).

$v < \varrho$; beim Orthoklas, Fig. 14, wurde auch der Fall berücksichtigt, daß die optische Axenebene ⊥ ∞ P̶ ∞ steht. A_1B_1 sind die optischen Axen für den Fall *AE* ‖ ∞ P̶ ∞, A_2B_2, wenn *AE* ⊥ ∞ P̶ ∞ ist; in beiden Fällen ist der Neigungswinkel von 𝔞 zur Kante *oP* : ∞ P̶ ∞ gleich 5°.

In Folge der Neigung der Elasticitätsaxen zu den krystallographischen

werden gewisse Längsschnitte nicht mehr wie bei den rhombischen Krystallen bei totaler Horizontaldrehung immer dann dunkel, wenn die krystallographischen Axen oder diesen parallele Spaltrisse mit einem Nicolhauptschnitte zusammenfallen, sondern in manchen Schnitten erfolgt erst dann Auslöschung, d. h. der Durchschnitt wird dann bei gekreuzten Nicols dunkel, wenn die krystallographische Axe gegen den Nicolhauptschnitt geneigt ist, d. h. er löscht schief aus.

Fig. 15 veranschaulicht die »schiefe Auslöschung« eines optisch zweiaxigen Krystalldurchschnittes *abcd*, dessen Verticalaxe *C* ist. *vw* und *xy* bedeuten wieder die Nicoldurchschnitte. Der Krystalldurchschnitt befindet sich in der Stellung, in welcher er vollkommen auslöscht; die Neigung der einen in der Richtung *xy* liegenden Elasticitätsaxe zur Verticalaxe beträgt in diesem Falle 50°.

Fig. 15. Schiefe Auslöschung.

Auslöschung erfolgt ja bekanntlich immer dann, wenn eine Elasticitätsaxe mit einem Nicolhauptschnitte zusammenfällt; bei den monoklinen Mineralien sind aber immer zwei Elasticitätsaxen gegen die krystallographischen Axen geneigt. Dieser Neigungswinkel ist für die verschiedenen monoklinen Mineralien sehr charakteristisch (vergl. Fig. 9—14) und kann im parallel-polarisirten Lichte leicht bestimmt werden. In Folge der optischen Orientirung läßt sich diese »schiefe Auslöschung« nur genau in den Schnitten parallel der Symmetrieebene $\infty \grave{P} \infty$ bestimmen (vergl. Fig. 15). Man stellt einen der Verticalaxe parallelen Spaltriß oder eine derselben parallele Kante parallel einem der Arme des Fadenkreuzes (resp. einem Nicolhauptschnitte) und liest am Kreis des Objecttisches den Grad bei dieser Stellung ab. In dieser Stellung wird der Durchschnitt, wenn nun die Nicols gekreuzt werden, farbig werden. Nun dreht man den Objecttisch so lange, bis der Durchschnitt vollständig dunkel erscheint. Die Anzahl der Grade, um welche man den Tisch bis zum Dunkelwerden drehen mußte, gibt die Größe des Neigungswinkels einer Elasticitätsaxe zur Verticalaxe, den »Auslöschungswinkel«, an; so beträgt z. B. beim Augit die Neigung $\mathfrak{c} : c = 38^\circ$, daher $\mathfrak{a} : c = 52^\circ$. Dieser Winkel, den die eine der Elasticitätsaxen mit der Verticalaxe bildet, wird natürlich gleich sein dem, welchen die andere Elasticitätsaxe mit der Normalen auf $\infty \grave{P} \infty$ einschließt. Man kann auch den Auslöschungswinkel in Bezug auf eine andere bekannte Kante, in dem Schnitte $\| \infty \grave{P} \infty$ z. B. auf die Kante $oP : \infty \grave{P} \infty$, d. h. da oP gleich geneigt wie $\grave{a}$ ist, die Neigung der anderen Elasticitätsaxe zur Klinodiagonale messen.

Die Anwendung der stauroskopischen Apparate erhellt bereits aus dem Vorhergesagten; man wendet dieselben an, da es mit bloßem Auge schwierig ist, genau auf das Maximum der Dunkelheit einzustellen; mit Hilfe der überaus empfindlichen Calderon'schen Doppelplatte ist dies aber bis auf wenige Minuten genau ausführbar, dieselbe daher außerordentlich zur genauen Bestimmung der Lage der Elasticitätsaxen geeignet. Gleichheit in der Beschattung der Doppelplatte ist natürlich immer dann hergestellt, wenn eine Elasticitätsaxe der Trennungslinie der Platte parallel ist.

Schnitte aus der Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$ der monoklinen Mineralien löschen alle gerade aus, da in diesen die Orthodiagonale immer mit einer der Elasticitätsaxen coincidirt; die Auslöschung erfolgt daher in diesen immer, sobald eine der Verticalaxe parallele Kante oder ein dieser paralleler Spaltriß mit einem der Nicolhauptschnitte zusammenfällt. Es wird die Beschattung der Calderon'schen Doppelplatte also nur dann ungestört sein, wenn die Orthodiagonale mit einem Nicolhauptschnitt, resp. der Trennungslinie zusammenfällt.

Schnitte aus der Zone $oP : \infty \grave{P} \infty$ und $\infty \grave{P} \infty : \infty \grave{P} \infty$ löschen stets schief aus; der Auslöschungswinkel wird schließlich, sobald der Schnitt oP oder $\infty \grave{P} \infty$ parallel geht, gleich 0°.

So wechselt der Werth für die Auslöschungsschiefe je nach der Richtung des Schnittes beim Augit und bei der Hornblende nach den Bestimmungen Michel Lévy's auf folgende Weise:

Schnittrichtung in der Zone:	Augit für $2v = 38° 59'$	Hornblende für $2v = 79° 24'$
$oP : \infty \grave{P} \infty$	$\mathfrak{c} : c = 38° 44'$, $\mathfrak{a} : a = 22° 55'$ Maximum. In Schnitten parallel $\infty \grave{P} \infty$ ist $\mathfrak{a} : a = 22° 55'$; mit der Neigung des Schnittes wächst der Werth und erreicht das Maximum auf der Ebene, welche mit $\infty \grave{P} \infty$ einen Winkel von 67° 14′ 6″ bildet, wird dann kleiner und gleich 0° in Schnitten parallel oP.	Maximum parallel $\infty \grave{P} \infty$ von 29° 58′ bis 14° 58′ je nach der Varietät der Hornblende, nimmt dann ab und wird gleich 0° parallel oP.
$\infty \grave{P} \infty : \infty \grave{P} \infty$	Maximum der Auslöschungsschiefe auf $\infty \grave{P} \infty$, $\mathfrak{c} : c = 38° 44'$; mit der Neigung gegen $\infty \grave{P} \infty$ nimmt der Winkel ab und wird gleich 0° parallel $\infty \grave{P} \infty$.	Parallel $\infty \grave{P} \infty$ ein Minimum, das zwischen 15° (für Hornblende) und 0° (Aktinolith) liegt, wächst und erreicht das Maximum (Aktinolith = 15° 15′ 20″) in der Fläche, welche mit $\infty \grave{P} \infty$ einen Winkel von 38° 18′ 25″ bildet, nimmt dann ab und wird gleich 0° parallel $\infty \grave{P} \infty$.
$oP : \infty \grave{P} \infty$	Alle Schnitte löschen gerade aus.	

Trikline Mineralien. In diesen fällt keine der drei Elasticitätsaxen mehr mit den krystallographischen Axen zusammen.

Als ein Beispiel der optischen Orientirung eines triklinen, gesteinsbildenden Minerals dient Fig. 16. $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ sind die drei Elasticitätsaxen; der Neigungswinkel von $\mathfrak{c}$ zur Verticalaxe beträgt beim Disthen in Schnitten parallel $\infty{'}P$ gemessen 30°, $\mathfrak{a}$ ist fast senkrecht auf $\infty{'}P$.

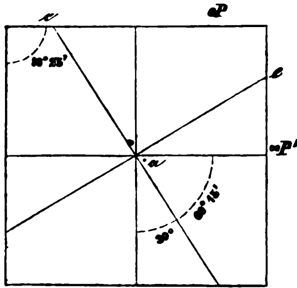


Fig. 16. Disthen, $\parallel \infty{'}P$. (Nach Fouqué).

Alle Schnitte parallel den drei Pinakoidflächen löschen daher schief aus. Die Auslöschungsschiefe auf den Flächen oP und $\infty\breve{P}\infty$ ist von den meisten gesteinsbildenden triklinen Mineralien bekannt und gibt daher ein vortreffliches Mittel zur Bestimmung der Mineralien dieses Krystallsystemes. In Dünnschliffen kann man sich meist an der Form des Durchschnittes schon orientiren, ob er einem dieser beiden Pinakoide parallel ist. Wurde an diesen beiden pinakoidalen Schnitten schiefe Auslöschung constatirt, so genügt dies zur Einreihung des Minerals in das trikline System, da im monoklinen schiefe Auslöschung nur parallel der Fläche $\infty P \infty$ herrscht. Genaue Messungen der Auslöschungsschiefe müssen aber an Spaltungslamellen parallel $\infty\breve{P}\infty$ und oP vorgenommen werden.

Im Stauroskope wird die Calcitinterferenzfigur, resp. die Beschattung der Calderon'schen Platte jedesmal gestört sein, sobald eine der krystallographischen Axen oder ein diesen paralleler Spaltriß oder Kante einem Nicolhauptschnitt parallel ist.

2. Untersuchung der Mineralien im convergent-polarisirten Lichte.

Zur Erzeugung convergenten Lichtes setzt man die Condensorlinse auf den Polarisator, entfernt, nachdem man den Durchschnitt im Mikroskope eingestellt und centrirt hat, das Ocular und kreuzt die Nicols. Ist der Durchschnitt sehr klein und muß man deshalb mit starken Vergrößerungen arbeiten, wobei das Interferenzbild wieder sehr klein wird, so gibt man zur Vergrößerung desselben an Stelle des Oculares die Bertrand'sche Linse in den Tubus und kreuzt natürlich wieder die Nicols.

Die Interferenzerscheinungen, welche man in verschiedenen Schnitten der doppeltbrechenden Mineralien bei Anwendung des Condensors wahrnimmt, sind ganz dieselben, wie man sie an solchen im Nörremberg'schen Polarisationsapparat erhält, nur sind die Interferenzbilder im Mikroskope nicht so deutlich und groß, da die Mineraldurchschnitte sehr klein und im Schliffe sehr dünn sind. Welch' großen Vortheil die Anwendung der durch

Lasaulx und Bertrand eingeführten Condensorlinse bei mikroskopischen Gesteinsstudien gewährt, erhellt beispielsweise schon daraus, daß man, wenn nur ein einziger isotroper Durchschnitt eines Minerals vorliegt, sofort bestimmen kann, ob das Mineral einfachbrechend, optisch-einaxig oder optisch-zweiaxig ist. Die folgenden Bemerkungen werden dies zeigen; natürlich muß immer die Untersuchung im parallel-polarisirten Lichte der im convergenten vorausgehen.

Die Größe der Mineraldurchschnitte, bei welcher man im convergenten Lichte bei Anwendung von Objectiv 9 Hartnack und der Bertrand'schen Vergrößerungslinse noch deutliche Interferenzbilder erhält, ist circa 0,05mm; sind die Durchschnitte noch winziger, so ist eine Bestimmung derselben im convergenten Lichte in den meisten Fällen nicht mehr ausführbar und ist man nur mehr auf die Untersuchung im parallel-polarisirten Lichte angewiesen. Das Verhalten der Mineraldurchschnitte im convergenten Lichte ist für die einzelnen Krystallsysteme folgendes:

Reguläre und amorphe Mineralien. Die amorphen und die im regulären System krystallisirenden Mineralien beiben in sämmtlichen Durchschnitten bei totaler Horizontaldrehung dunkel und zeigen keinerlei Interferenzerscheinungen.

Optisch-einaxige Mineralien (Fig. 17, I. und II.). Die isotropen Querschnitte tetragonaler und hexagonaler Mineralien zeigen, falls der Schnitt genau senkrecht auf die Hauptaxe ist (Fig. 17, I.), ein fixes, dunkles Interferenzkreuz mit mehreren farbigen concentrischen Ringen. Das Vorhandensein und die Anzahl der Ringe in den Durchschnitten hängt ab von der Dicke derselben und der Stärke der Doppelbrechung des Minerals. Ist der Schnitt nicht genau senkrecht auf die Hauptaxe geführt, was sich einestheils durch die Beobachtung unregelmäßigerer Querschnitte (z. B. verzogene Quadrate oder Sechsecke) im gewöhnlichen Lichte, anderntheils auch durch die Constatirung nicht vollkommener Apolarität im parallel-polarisirten Licht erkennen läßt, so bleibt im convergent-polarisirten Licht das Interferenzkreuz bei totaler Horizontaldrehung zwar ungestört, d. h. es öffnet sich nicht, aber es bewegt sich je nach der geringeren oder größeren Neigung des Schnittes gegen die Hauptaxe innerhalb, am Rande oder außerhalb des Gesichtsfeldes des Mikroskopes, und zwar in derselben Richtung, in welcher der Objecttisch gedreht wird.

Ist der Schnitt so schief, daß der Axenpunkt der Interferenzfigur außerhalb des Gesichtsfeldes fällt (Fig. 17, II.), so wird derselbe sich bereits im parallelen Lichte nicht mehr als isotrop erweisen (Polarisationsfarben zeigen und bei Drehung viermal dunkel werden); in diesem Falle wird bei Drehung des Tisches von 90° bis 90° nur ein Theil des Interferenzkreuzes, ein schwarzer gerader Balken im Gesichtsfelde erscheinen. Der Balken bewegt sich immer innerhalb einer Drehung des Tisches um 90°

in derselben Ebene von einer Seite des Mikroskoptisches, resp. des Gesichtsfeldes zur anderen. Wie später erörtert wird, werden ähnliche Bilder

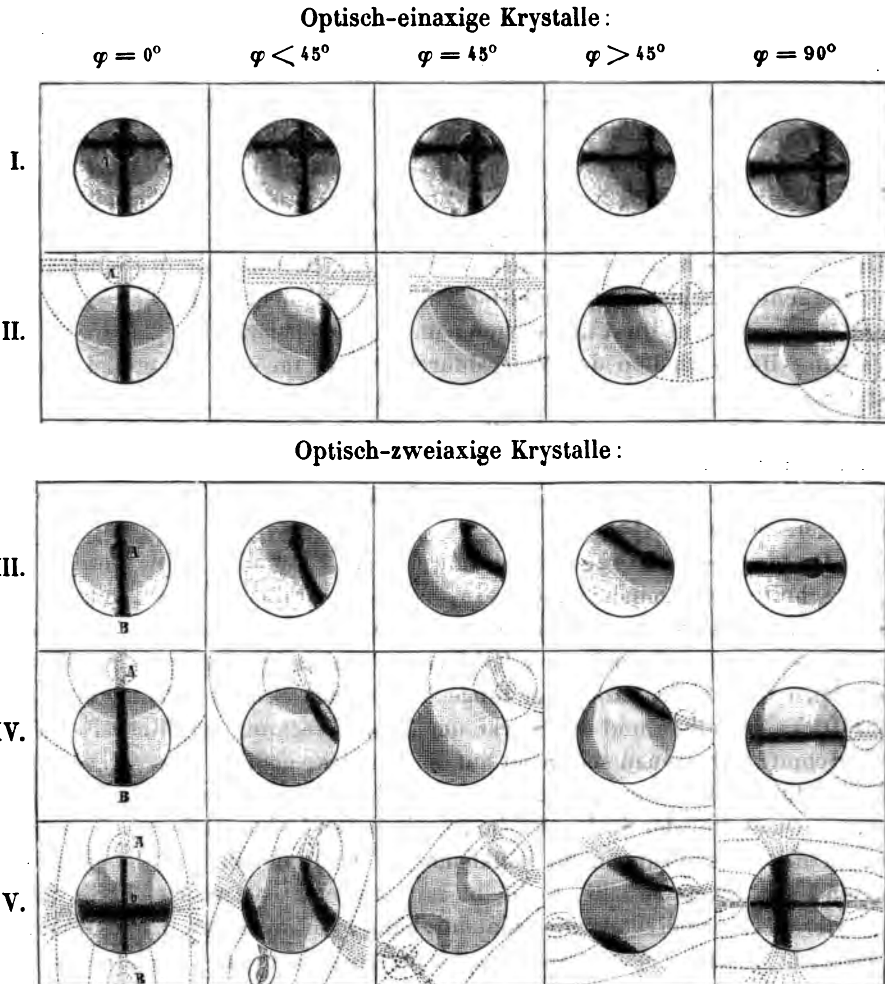


Fig. 17.
Interferenzfiguren der doppeltbrechenden Mineralien, bei Anwendung der Condensorlinse im Polarisationsmikroskop.
(Nach Fouqué).

φ ist der Winkel, den eine durch eine optische Axe *A* gehende Verticalebene mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisators bildet.

an Durchschnitten optisch-zweiaxiger Mineralien, die senkrecht auf eine der optischen Axen geführt sind, erhalten, doch bewegt sich in diesen der schwarze Balken noch um einen in demselben befindlichen Axenpunkt.

Schnitte parallel der Hauptaxe zeigen im convergenten Lichte keinerlei

Interferenzfigur; sie werden wie im parallelen Lichte farbig erscheinen und bei jedesmaliger Drehung des Objecttisches um 90° dunkel werden.

Zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung in den zur Hauptaxe senkrechten Schnitten wendet man am vortheilhaftesten die Viertelundulations-Glimmerplatte an. Man gibt dieselbe, wie erwähnt, auf den vom Ocular befreiten Tubus und legt den Analysator so darauf, daß die Nicols gekreuzt sind und die optische Axenebene des Glimmers unter 45° zu einem Nicolhauptschnitte geneigt ist. Es verschwindet dann das schwarze Interferenzkreuz des einaxigen Minerals fast vollständig bis auf zwei dunkle Punkte und es werden die farbigen Ringe verrückt.

Liegen die zwei dunklen Punkte so, daß deren Verbindungslinie senkrecht steht auf der, durch einen Strich auf der Platte markirten, optischen Axenebene des Glimmers, so ist das untersuchte Mineral optisch positiv, fällt die Verbindungslinie der beiden schwarzen Punkte zusammen mit der Richtung der Axenebene des Glimmers, so ist es optisch negativ.

Optisch-zweiaxige Mineralien (Fig. 17, III., IV. und V.). Wird ein optisch-zweiaxiges Mineral senkrecht auf eine der beiden Mittellinien, den Halbirenden der Winkel, welche die beiden optischen Axen mit einander bilden, geschnitten (Fig. 17, V.) und im convergent-polarisirten Lichte untersucht, so erblickt man, falls die optische Axenebene mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt, eine Interferenzfigur, welche aus zwei abgeschlossenen Curvensystemen besteht, den beiden Axenpunkten entsprechend, welche wieder von einem weiteren Curvensystem, den Lemniskaten, umgeben sind, und von einem schwarzen Kreuz durchzogen ist, dessen einer schmälerer Arm durch die beiden Axenpunkte geht und so die Lage der optischen Axenebene anzeigt, und dessen zweiter bedeutend breiterer Arm darauf senkrecht steht.

Die Anzahl der farbigen Curven hängt wieder ab von der Dicke des Mineralblättchens; ist dasselbe, wie dies ja in Gesteinsschliffen voraussichtlich ist, sehr dünn, so sieht man nur das schwarze Kreuz, ähnlich der Interferenzfigur optisch-einaxiger Krystalle. Der Unterschied von diesen zeigt sich aber sofort bei Drehung des Mineralschnittes (Fig. 17, V., $\varphi > 45°$) vermittelst des Objettisches: bei den optisch-zweiaxigen bleibt das Kreuz nicht fix, sondern öffnet sich und zerfällt in zwei Hyperbeln, die sich um die beiden Axenpunkte bewegen und bei Drehung um 90° wieder zum Kreuze schließen.

Der Abstand der beiden Axenpunkte resp. der durch dieselben gehenden Hyperbeln gibt uns außer der Lage der optischen Axenebene noch die Größe des Axenwinkels an; ist der Axenwinkel groß, so fallen die beiden Hyperbeln, sobald die Axenebene 45° mit einem Nicolhauptschnitt bildet, außerhalb des Gesichtsfeldes (Fig. 17, V., $\varphi = 45°$). Man kann dann meist schon an der beiläufigen Schätzung der Größe des Axenwinkels bestimmen,

ob der Schnitt senkrecht auf die erste oder zweite Mittellinie geführt ist. Es kommen aber Fälle vor, wie bei den rhombischen Pyroxenen, wo der spitze Axenwinkel nur wenig vom stumpfen in der Größe verschieden ist; dann ist es vermittelst des Mikroskopes nicht möglich zu bestimmen, welche Elasticitätsaxen mit der ersten oder zweiten Mittellinie zusammenfallen.

Hat man ermittelt, ob der Schnitt senkrecht auf die erste oder zweite Mittellinie ist, so kann man bestimmen, welche der Elasticitätsaxen, $\mathfrak{a}$ oder $\mathfrak{c}$, mit derselben zusammenfällt, d. h. die optische Orientirung eruiren.

Ist der Axenwinkel sehr klein, so wird die Interferenzfigur sehr ähnlich der optisch-einaxiger Mineralien sein und das Kreuz scheinbar geschlossen bleiben.

Die Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung in den optisch-zweiaxigen Mineralien wird folgendermaßen ausgeführt: Man gibt dem Axenbilde eine solche Lage, daß die optische Axenebene 45° mit einem Nicolhauptschnitt bildet, d. h. das Kreuz in Hyperbeln aufgelöst erscheint, und operirt nun mit der auf pag. 10 beschriebenen Quarzplatte oder dem Quarzkeil unter dem Analysator so, daß die Drehungsaxe der Quarzplatte, resp. des Quarzkeiles einmal parallel, dann senkrecht auf die optische Axenebene ist. In einem Falle wird bei Drehung der Quarzplatte, resp. beim Einschieben des Quarzkeiles eine Veränderung der Interferenzfigur sichtbar sein, indem die centralen Ringe vom Rande des Gesichtsfeldes gegen das Centrum, die äußeren Lemniskaten hingegen umgekehrt sich fortbewegen. Trat diese Vergrößerung und Wanderung der Ringe ein für den Fall, daß die Drehungsaxe der Quarzplatte, resp. der Quarzkeil, senkrecht auf der optischen Axenebene stand, so ist das Mineral positiv, im entgegengesetzten Falle negativ doppeltbrechend.

Wurde das Mineral an Schnitten senkrecht zur ersten Mittellinie als positiv doppeltbrechend erkannt, so fällt die Axe der kleinsten Elasticität mit derselben zusammen und das Schema ist dann folgendes:

1. Mittellinie = $\mathfrak{c}$ (positiv)
2. Mittellinie = $\mathfrak{a}$
Optische Normale immer = $\mathfrak{b}$.

Ebenso ist dann umgekehrt, falls die zweite Mittellinie positiv ist:

1. Mittellinie = $\mathfrak{a}$ (negativ)
2. Mittellinie = $\mathfrak{c}$
Optische Normale = $\mathfrak{b}$.

Schnitte, senkrecht auf eine der beiden optischen Axen gerichtet, erweisen sich im parallel-polarisirten Lichte als isotrop und zeigen im convergenten Lichte ein rundes oder elliptisches farbiges Ringsystem, welches von einem dunklen Balken durchzogen ist (Fig. 17, III.). Ist der Schnitt genau senkrecht auf die optische Axe geführt, so bewegt sich bei Drehung

des Präparates der Balken im entgegengesetzten Sinne um den im Centrum des Ringsystemes liegenden Axenpunkt; bei auf die optische Axe mehr oder minder geneigten Schnitten (Fig. 17, IV.) ist außerdem eine Wanderung des ganzen Axenbildes im Sinne der Drehung des Objecttisches wahrnehmbar. Ist der Schnitt so schief auf die optische Axe (Fig. 17, IV.), daß der Axenpunkt außerhalb des Gesichtsfeldes fällt, so kommt bei Drehung von 90° bis 90° nur immer ein Theil des Balkens in die Mitte des Gesichtsfeldes zu liegen, ähnlich wie bei den optisch-einaxigen, schief zur Axe geschnittenen Mineralien; der Unterschied liegt aber in dem Wandern des Balkens selbst um den Axenpunkt, in der der Drehung des Tisches entgegengesetzten Richtung. Schnitte parallel der optischen Axenebene, senkrecht auf $\mathfrak{b}$, zeigen im convergent-polarisirten Lichte keinerlei Interferenzfiguren und werden wie im parallel-polarisirten Lichte farbig und jedesmal dann dunkel erscheinen, sobald eine Elasticitätsaxe mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt.

Rhombische Mineralien. Schnitte senkrecht auf die krystallographischen Axen, also parallel den Pinakoidflächen, werden vollständig Aufschluß geben über die optische Orientirung. Je nach der Lage der optischen Axenebene (vergl. pag. 17) wird entweder die Verticalaxe, Brachy- oder Makrodiagonale erste Mittellinie sein. Der eine der pinakoidalen Schnitte wird senkrechten Austritt der ersten Mittellinie mit kleinerem optischen Axenwinkel, der andere den der zweiten Mittellinie mit größerem Axenwinkel. der dritte, parallel der Axenebene, keine Interferenzfigur zeigen. Am günstigsten sind die Querschnitte (senkrecht zu c'), da einestheils nur sehr wenige gesteinsbildende Mineralien, z. B. Olivin, die Axenebene parallel oP haben, man also in diesen jedenfalls eine Interferenzfigur sieht und anderentheils vermöge der meist prismatischen oder pinakoidalen Spaltbarkeit controliren kann, ob der Schnitt wohl genau senkrecht auf die Verticalaxe geführt ist.

In Folge der Dispersion der optischen Axen zeigt die Interferenzfigur bei Beobachtung im weißen Lichte eine verschiedenartige, beim rhombischen System aber in Bezug auf die Mittellinie symmetrische Farbenvertheilung, je nachdem der Axenwinkel für roth größer oder kleiner ist als für blau ($\varrho \gtrless v$). Für $\varrho > v$ werden bei der Stellung: Axenebene parallel dem Nicolhauptschnitt, die inneren geschlossenen Curven nach innen zu blau, nach außen roth sein. bei der Stellung: Axenebene unter 45° gegen Nicolhauptschnitt geneigt, die Hyperbeln an der inneren, der convexen Seite roth, an der äußeren concaven Seite blau sein; für $\varrho < v$ ist das umgekehrte der Fall. Die Dispersionserscheinungen lassen sich, wenn sie nicht zu schwach sind, ganz gut an den Gesteinsgemengtheilen, z. B. Zoisit etc., im convergenten Lichte studiren, und genügt zur Bestimmung der Art der Dispersion der Axen oft bloß die Beobachtung einer Hyperbel in Bezug auf

die farbige Umsäumung, es sind also hierzu Schnitte senkrecht auf die Mittellinien nicht unbedingt nothwendig.

M o n o k l i n e M i n e r a l i e n. Ist die optische Axenebene in denselben parallel ∞ P̸ ∞, so werden Schnitte senkrecht auf die Verticalaxe und parallel ∞ P̄ ∞ nicht mehr, wie die entsprechenden pinakoidalen Schnitte rhombischer Krystalle, senkrechten Austritt einer Mittellinie zeigen, sondern je nach der Größe der Neigung der Mittellinie zu den krystallographischen Axen ein verschobenes Axenbild (*AE* parallel der Kante *oP*: ∞ P̸ ∞ oder ∞ P̄ ∞ : ∞ P̸ ∞) oder bloß Austritt einer der optischen Axen. Auf den Mittellinien senkrechte Schnitte werden nur zufällig und äußerst selten (im Gegensatz zu den rhombischen Mineralien) sein und natürlich aus der Zone *oP* : ∞ P̄ ∞ stammen. In prismatischen Schnitten ist das verschobene Axenbild oder Austritt einer Axe nicht mehr in der Mitte des Mineralblättchens sichtbar, sondern seitlich. Ist die Neigung der Elasticitätsaxen zu den krystallographischen eine sehr geringe, wie z. B. die von $\mathfrak{a} : c$ beim Glimmer, so wird das Mineral scheinbar rhombisch sein (Fig. 18 und 19). Bei den Glimmermineralien weicht gewöhnlich die erste Mittellinie $\mathfrak{a}$ nur wenig von der Normalen auf *oP* ab; *AB* sind die beiden optischen Axen, $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ die Elasticitätsaxen.

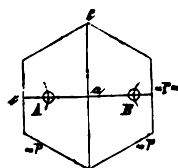


Fig. 18.
Muscovit, ‖ *oP*.
Glimmer I. Art.
(Nach Fouqué).

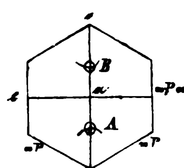


Fig. 19.
Biotit, ‖ *oP*.
Glimmer II. Art.
(Nach Fouqué).

Ist die optische Axenebene senkrecht auf ∞ P̸ ∞, so wird immer senkrechter Austritt einer Mittellinie auf ∞ P̸ ∞ zu beobachten sein; jedoch zeigt sich ein solcher nicht auf den Schnitten parallel *oP* oder ∞ P̄ ∞. In diesen ist dann wieder ein verschobenes Axenbild sichtbar; *AE* parallel zur Kante *oP* : ∞ P̄ ∞.

Bei den t r i k l i n e n Mineralien ist in keinem der pinakoidalen Schnitte senkrechter Austritt einer Mittellinie constatirbar, auch die optische Axenebene nicht mehr einem Pinakoid parallel oder senkrecht, nur Theile der Interferenzfigur in den pinakoiden Schnitten wahrzunehmen.

Die Dispersionserscheinungen der monoklinen und triklinen Mineralien lassen sich mit dem Mikroskop nicht mehr genauer feststellen oder für die Bestimmung der Mineralien verwerthen; man kann im allgemeinen nur bestimmen, ob $\varrho \gtreqless v$ ist.

3. Verhalten der Zwillingskrystalle im polarisirten Lichte.

Zwillinge des regulären Systems können weder im convergent-, noch im parallel-polarisirten Lichte als solche erkannt werden, da beide Individuen gleich dunkel zwischen gekreuzten Nicols bleiben werden; man hat also zur Bestimmung des Zwillingsgesetzes nur die Form der Durchschnitte und die Spaltbarkeit zu berücksichtigen.

Zwillinge des tetragonalen und hexagonalen Systems. a) Mit parallelen Axensystemen. Diese können ebenfalls aus demselben Grunde wie die regulären im polarisirten Lichte nicht erkannt werden.

b) Hingegen kann man die Zwillinge mit geneigten Axensystemen leicht im parallel-polarisirten Lichte erkennen; in diesen bilden ja die Hauptaxen, zugleich Elasticitätsaxen, mit einander Winkel, und wird daher das verzwillingte Mineral nicht einheitlich auslöschen; z. B. Rutil, $C : C_1 = 114^\circ 26'$ (Fig. 20). CC_1 sind die Hauptaxen der beiden Individuen, N ist die Zwillingsnaht.

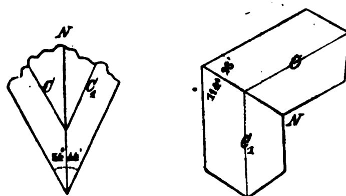


Fig. 20.
Rutilzwillinge.

Sobald das eine Individuum zwischen gekreuzten Nicols dunkel erscheint, wird das zweite farbig sein; man kann daher auch den Neigungswinkel der beiden Hauptaxen bestimmen, indem man auf dem centrirten Objecttisch zuerst eine der Hauptaxe parallele Kante des einen Individuums einem Nicolhauptschnitt parallel stellt, so daß dasselbe dunkel wird, so lange den Objecttisch dreht, bis das zweite dunkel erscheint, und die Anzahl der Grade, um welche gedreht werden mußte, abliest.

Sind mehrere Individuen zwillingsartig mit einander verwachsen (polysynthetische Zwillinge), so pflegen dieselben oft in Form feiner zwischengeschalteter Lamellen vorzukommen, wie z. B. beim Calcit, Zwillingsebene — $1/2$ R (Fig. 21), wobei dann in gegen die Zwillingsebene geneigten Schnitten die Elasticitätsaxen der 1. 3. 5. u. s. f. Zwillingslamelle gleiche Lage haben, d. h. diese gleichzeitig auslöschen werden. In Schnitten parallel der Zwillingsebene wird man keine Zwillingsstreifen beobachten können, da hierbei nur ein einziges Individuum getroffen wird.

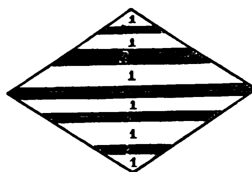


Fig. 21.
Calcitzwilling n. — $\frac{1}{2}$ R ‖ R-Fläche.

Ist die Zwillingsebene gleich der R-Fläche, welches Gesetz auch beim Calcit, jedoch nicht an den gesteinsbildenden Individuen vorkommt, so stehen die Hauptaxen fast senkrecht aufeinander, $C : C_1 = 89^\circ 8'$; es werden daher beide Individuen fast gleichzeitig auslöschen.

Zwillinge des rhombischen Systems.

Die häufigsten Verwachsungsarten dieses Systems sind:

1) Zwillingsebene eine Fläche eines Brachydomas,
2) » » » einer Pyramide und
3) » » » einer prismatischen Form.

Bei den ersten zwei Fällen bilden die krystallographischen zugleich Elasticitätsaxen mit einander Winkel; es wird daher in Längschnitten solcher Zwillinge keine einheitliche Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols eintreten; so bilden z. B. beim Staurolith nach dem Gesetze $\frac{3}{2} P \frac{3}{2}$ die Verticalaxen $(c : c_1)$, die hier mit den Elasticitätsaxen c zusammenfallen, Winkel von 60°, nach dem Gesetz: Zwillingsebene $\frac{3}{2} \breve{P} \infty$ aber 90°, d. h. beide Individuen werden in diesem Falle zugleich auslöschen (Fig. 22).

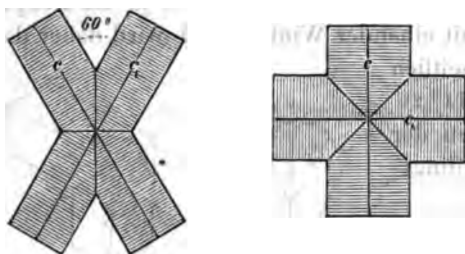


Fig. 22.
Staurolithzwilling nach $\frac{3}{2} P \frac{3}{2}$; $\frac{3}{2} \breve{P} \infty$.

Einen weiteren Anhaltspunkt zur Erkennung der Zwillingsverwachsungen hat man bei farbigen Mineralien in dem pleochroitischen Verhalten, da die beiden Individuen in Folge ihrer verschiedenen Lagen gegen die Hauptschwingungsrichtung des Polarisators (vergl. pag. 34) verschiedene Farben aufweisen werden.

Ist eine der Prismenflächen Zwillingsebene, welches Gesetz z. B. häufig am Aragonit, selten am Cordierit (Fig. 23) etc. auftritt, so zeigen Längsschnitte, parallel der Verticalaxe, im parallel-polarisirten Lichte keine Unterschiede in den Auslöschungsrichtungen, da die mit den c'-Axen zusammenfallenden Elasticitätsaxen beider Individuen wieder parallel sind. Wohl aber lassen sich die beiden Individuen im convergent-polarisirten Lichte an solchen Schnitten unterscheiden, indem in beiden Hälften nicht die gleiche Interferenzfigur auftreten und je nach der Richtung des Schnittes, z. B. auf der einen

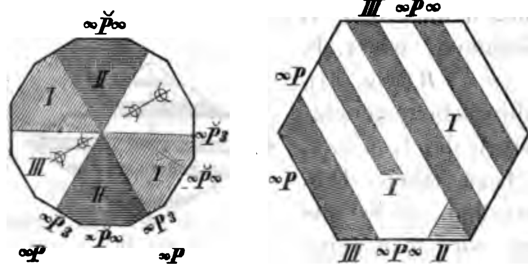


Fig. 23.
Cordieritzwilling.
(Nach v. Lasaulx).

Hälfte Austritt einer Mittellinie, auf der anderen bloß der einer optischen Axe u. s. f. zu beobachten sein wird.

Durchkreuzungszwillinge oder Drillinge nach diesem Gesetze ahmen oft die Form eines hexagonalen Prismas nach; die Querschnitte solcher Zwillinge zerfallen aber im parallel-polarisirten Lichte in sechs Felder, von welchen je zwei gegenüberliegende gleichzeitig auslöschen werden. Die Elasticitätsaxen der drei Individuen sind unter 60° gegen einander geneigt; demgemäß werden auch in solchen Zwillingen, falls sie nicht einem Mineral angehören, bei welchem die optische Axenebene parallel zu *oP* ist, im convergent-polarisirten Lichte eine gleiche Neigung der optischen Axenebenen der einzelnen Individuen zu einander erkennen lassen.

Zwillinge des monoklinen Systems.

Die häufigsten Zwillingsverwachsungen sind nach dem Gesetze: Zwillingsebene ∞ *P̶* ∞; selten sind solche nach einer prismatischen Form. Als Beispiele von oft repetirten Zwillingsverwachsungen nach ∞ *P̶* ∞ können von den gesteinsbildenden Mineralien angeführt werden: Augit, Amphibol, Epidot, Gyps; Schnitte senkrecht auf die Zwillingsebene und parallel ∞ *P̶* ∞ werden im parallel-polarisirten Lichte in beiden Individuen gleich große Auslöschungschiefe gegen die Verticalaxen, resp. gegen die Zwillingsnaht oder Verwachsungslinie, aber in entgegengesetzter Richtung, beim Augit z. B. $c : \mathfrak{c} = c_1 : \mathfrak{c}_1 = 38°$ (Fig. 24), zeigen. Im convergenten Lichte wird man in solchen Schnitten keinen Unterschied, überhaupt keine Interferenzfiguren wahrnehmen, da die Symmetrieebene ∞ *P̶* ∞ bei diesen Mineralien zugleich optische Axenebene ist. Es lassen sich solche Zwillinge mit parallelen Verticalaxen im parallel-polarisirten Lichte leicht als einem monoklinen Mineral angehörig erkennen, da beide Individuen, wenn sie rhombisch wären, gleichzeitig auslöschen müßten. Oft sind, wie erwähnt, mehrere Zwillingslamellen nach diesem Gesetze zwischengeschaltet (Fig. 25), weshalb man dann im parallel-polarisirten Lichte, besonders gut an Schnitten senkrecht auf die Verticalaxe, einen Wechsel lebhaft farbiger Streifen, alle parallel einer Umrißlinie des anscheinend einfachen Krystalls, beobachten wird. Seltener sind Zwillinge nach einer Domen- oder Pyramidenfläche, wie beim Augit nach — *P̶* 2, und häufiger noch Durchkreuzungszwillinge nach — *P̶* ∞. Letztere erinnern lebhaft an die Staurolithzwillinge; Auslöschung

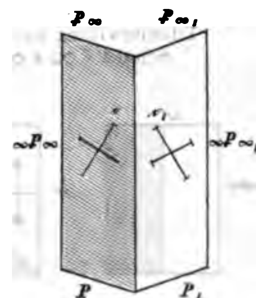


Fig. 24.
Augitzwilling nach ∞*P̶*∞.
∥ ∞ *P̶* ∞.

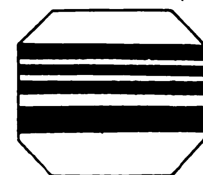


Fig. 25.
Polysynthetischer Augitzwilling nach ∞ *P̶* ∞.
Schnitt ⊥ c'-Axe.

wird aber an diesen Augitzwillingen, die sich in gewissen basaltischen Gesteinen häufiger finden, nicht parallel zu den Verticalaxen der beiden Individuen stattfinden.

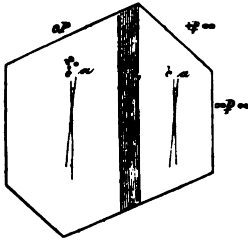


Fig. 26.
Epidotzwilling nach $\infty P \infty$.
Schnitt $\| \infty P \infty$.

Beim Epidot (Fig. 26) findet man häufig in den sechsseitigen Schnitten parallel der Symmetrieebene, welche wieder gleich der optischen Axenebene ist, parallel $\infty P \infty$ eine oder mehrere oft sehr schmale Zwillingslamellen eingeschaltet.

Beim Titanit (Fig. 27) kommen häufig Contactzwillinge nach dem Gesetz: Zwillingsebene gleich oP vor. In diesem Falle werden Schnitte senkrecht auf die Zwillingsebene, falls sie nicht parallel $\infty P \infty$ gehen, wieder beiderseitig einen gleich großen Auslöschungswinkel gegen die Verticalaxe erkennen lassen. Auslöschung erfolgt hier fast parallel zur Fläche $\frac{1}{2} P \infty$, da die erste Mittellinie fast senkrecht auf dieser steht. Schnitte parallel $\infty P \infty$ werden im convergent-polarisirten Lichte in jedem Individuum, aber in entgegengesetzter Lage, das Bild eine optischen Axe erkennen lassen.

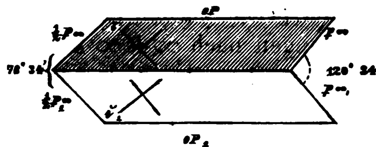


Fig. 27.
Titanitzwilling nach oP.
Schnitt $\| \infty P \infty$.

Die mannigfaltigsten Zwillingsbildungen finden sich am Orthoklas (Fig. 28); dieselben werden im zweiten Theile ausführlicher angeführt.

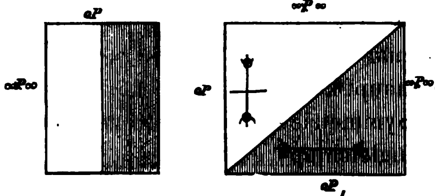


Fig. 28.
Orthoklaszwillinge nach dem Karlsbader und Bavenoer Gesetz.

Zwillinge des triklinen Systems.

Die triklinen gesteinsbildenden Mineralien, insbesondere die Plagioklase und der Disthen, sind ungemein häufig verzwillingt, und zwar polysynthetisch, d. h. mehrere parallele Zwillingslamellen sind in dem Krystall eingeschaltet; man kann solche Zwillinge im parallel-polarisirten Lichte wieder leicht daran erkennen, daß die einzelnen Zwillingslamellen mit verschiedenen Polarisationsfarben hervortreten und die Auslöschungsrichtungen in zwei benachbarten Lamellen nicht dieselbe Lage besitzen.

Bei den Plagioklasen ist das häufigste Gesetz das »Albitgesetz«: Zwillingsebene $\infty \breve{P} \infty$ (Fig. 29). Schnitte senkrecht auf diese Fläche, aus der

Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$, werden immer die polysynthetische Zwillingsstreifung im parallel-polarisirten Lichte erkennen lassen. Solche Zwillinge würden im monoklinen System nicht möglich sein, da die $\infty \breve{P} \infty$ entsprechende Fläche im monoklinen System $\infty \text{P\!\!\!/} \infty$ zugleich Symmetrieebene ist und eine symmetrische Verwachsung nach dieser keine Zwillinge liefert. Solche polysynthetische Zwillinge fehlen dem Orthoklas. Es ist daher leicht, denselben vom Plagioklas zu unterscheiden, obwohl nicht ausgeschlossen ist, daß letzterer auch in einfachen Zwillingen vorkommt.

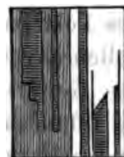


Fig. 29.
Polysynthetischer Plagioklaszwilling.
$\parallel \infty \breve{P} \infty$.

Ein zweites, weniger häufiges Zwillingsgesetz der Plagioklase, welches auch combinirt mit dem Albitgesetz auftritt, ist das »Periklingesetz«: Zwillingsebene senkrecht zur Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$, verwachsen nach einer Ebene, welche mit den Prismenflächen einen rhombischen Schnitt liefert.

Die Zwillingsverwachsungen der Plagioklase werden ebenfalls im zweiten Theil an Ort und Stelle nochmals erwähnt. Sind Albit- und Periklingesetz combinirt (Fig. 30), so wird man in $\infty \bar{P} \infty$ beiläufig parallelen Schnitten ein System zweier sich unter fast rechten Winkeln schneidender Zwillingsstreifen beobachten.

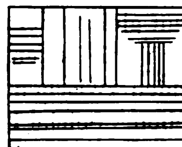


Fig. 30.
Nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingter Plagioklas.

Der Disthen kommt, als Gesteinsgemengtheil jedoch seltener, vor in Zwillingen nach folgenden Gesetzen:

1) Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty$.
2) » senkrecht zur $\acute{c}$-Axe
3) » » » $\bar{b}$-Axe
4) » parallel $o\,P$; diese Zwillingsbildung auch öfters repetirt und bei den in Gesteinen auftretenden Disthenen häufiger zu beobachten.

Schließlich mag noch hervorgehoben werden, daß auch zwei Zwillinge eines bestimmten Gesetzes sich wieder nach einem anderen Zwillingsgesetze verbinden können, was z. B. öfter bei den Plagioklasen der Fall ist, wo zwei nach dem Albitgesetz (Zwillingsebene $\infty \breve{P} \infty$) verzwillingte Plagioklase mit einander nach dem am Orthoklas häufigen sogenannten Karlsbader Gesetz (Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty$) verbunden sind.

4. Bestimmung des Brechungsexponenten.

H. Clifton Sorby. On a new method for determining the index of double refraction in thin sections of mineral substances. Miner. Mag. 1877, No. 6.

H. Clifton Sorby. Determination of minerals in thin sections by means of their refractive indices. Miner. Mag. 1878, No. 8.

J. Thoulet. Contributions a l'étude des propriétés phys. et chim. des minér. microsc. Bull. Soc. minér. 1880, III, 62 et 1883, VI, 184.

Michel Lévy. Bull. Soc. minér. 1883, VI, 143 et 1884, VII, 43.

Eine Methode der Bestimmung des Brechungsexponenten an mikroskopischen Mineralpartikelchen wurde bereits oben unter der Beschreibung des Polarisationsmikroskopes erwähnt (pag. 11); eine andere, in manchen Fällen anwendbare, rührt von Thoulet her.

Gewisse Mineralien, wie Olivin, verschiedene Augite, Titanit etc., zeigen im Dünnschliff eine für den Olivin z. B. geradezu als charakteristisch bezeichnete rauhe, chagrinartige Oberfläche, welche noch deutlicher hervortritt, wenn der Gesteinsschliff nicht mit Canadabalsam und Deckgläschen bedeckt wird. Diese Erscheinung ist eine Folge der unvollkommenen Politur des Schliffes resp. des betreffenden Minerals und verschwindet bei vollkommener Politur. Man kann nun durch Benetzen des Minerals, welches eine solche rauhe Oberfläche zeigt, mit verschiedenen Flüssigkeiten, deren Brechungsexponent bekannt ist, eruiren, welchen Brechungsexponenten das Mineral besitzt, da in dem Falle die rauhe Oberfläche verschwinden wird, sobald eine Flüssigkeit angewandt wird, deren Brechungsexponent gleich oder sehr nahe dem des Minerals ist. Die Flüssigkeit, welche die Vertiefungen im Minerale beim Benetzen ausfüllt, wird dann den Unterschied zwischen Vertiefungen und Erhöhungen im Mineralblättchen aufheben. Solche Flüssigkeiten sind z. B. Wasser mit einem Brechungsexponenten $n = 1,34$; Alkohol $n = 1,36$; Glycerin $n = 1,44$; Olivenöl $n = 1,47$; Buchöl $n = 1,50$; Nelkenöl $n = 1,54$; Zimmtöl $n = 1,58$; Bitter-Mandelöl $n = 1,60$ und Schwefelkohlenstoff $n = 1,63$.

5. Pleochroismus der doppeltbrechenden Krystalle.

Bestimmung der Axenfarben.

Groth und Rosenbusch, l. c.

Tschermak, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch., math.-naturw. Cl., Wien. 1869, 59. Bd., Mai-Heft.

Laspeyres. Groth's Zeitschr. f. Krystallographie. 1880, IV, p. 454.

Unter Pleochroismus versteht man die Eigenschaft doppeltbrechender Mineralien, im durchfallenden Lichte nach verschiedenen Richtungen verschiedene Farben zu zeigen. Es werden natürlich von den doppeltbrechenden Mineralien wieder nur die farbigen die Erscheinung, welche mit der verschiedenen Lichtbrechung und der theilweisen Absorption des durchgehenden Lichtes in den verschiedenen Richtungen zusammenhängt, zeigen können. Der Pleochroismus, resp. die Absorption steht auch im innigsten Zusammenhange mit der Doppelbrechung; optisch-einaxige farbige Mineralien zeigen Absorptionsunterschiede nach zwei, die optisch-zweiaxigen nach drei aufeinander senkrechten Richtungen, entsprechend den verschiedenen Elasticitätsaxen.

Optisch-einaxige Mineralien. Durchblickt man ein solches Mineral einmal parallel und einmal senkrecht zur Hauptaxe, so zeigen sich Farbenunterschiede; die Farbe, welche man beim Durchblicken parallel zur Hauptaxe (parallel *oP*) wahrnahm, nennt man die Basisfarbe, die senkrecht zu derselben die Axenfarbe. Untersucht man einen Querschnitt eines solchen Minerals in dem bloß mit dem Polarisator versehenen Polarisationsmikroskope, welcher eine Nicol dieselben Dienste wie ein Dichroskop verrichtet, und dreht denselben vollständig horizontal herum, so bemerkt man hierbei keinerlei Farbenunterschiede, da nur senkrecht zur optischen Axe schwingende Strahlen zur Beobachtung gelangen und in der Richtung parallel zur Hauptaxe keine Doppelbrechung stattfindet. Hat man hingegen einen Längsschnitt im Mikroskope eingestellt, so bemerkt man bei Drehung des Objecttisches Farbenunterschiede, und zwar erscheinen die Absorptionsunterschiede am größten, einmal wenn die Hauptaxe parallel dem Nicolhauptschnitt, und das zweite Mal, wenn sie senkrecht zu demselben steht. So zeigt z. B. der Turmalin (Fig. 31, x y bezeichnet den optischen Hauptschnitt des Polarisators, c die Hauptaxe, $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ die beiden Elasticitätsaxen), der bekanntlich den ordentlichen Strahl stärker als den außerordentlichen absorbirt, eine fast schwarze, wenn seine c-Axe senkrecht auf der kürzeren Diagonale des Polarisators, eine lichtgraue oder blaue Farbe, wenn die c-Axe parallel dem Nicolhauptschnitt ist; es wird also der ordentliche, senkrecht zur Hauptaxe schwingende Strahl (o) mit schwarzer, der außerordentliche, parallel zur Hauptaxe schwingende mit lichtgrauer oder blauer Farbe durchgelassen. Da der Turmalin negativ doppeltbrechend ist, also $\mathfrak{a} = c$ und $\mathfrak{c} \perp c$, so kann man die beiden Axenfarben auch so ausdrücken: $\mathfrak{a}$ = lichtgrau (ε), $\mathfrak{c}$ = schwarz (o). Im allgemeinen wird in den negativ doppeltbrechenden Mineralien der ordentliche, in positiven der außerordentliche Strahl am stärksten absorbirt. Die Farbe, mit welcher o durchgelassen wird, stimmt überein mit der Basisfarbe, während die Axenfarbe zusammengesetzt ist aus den beiden Farben für o und ε. Zur Beobachtung der Flächenfarben entfernt man natürlich auch den unteren Nicol, den Polarisator, und untersucht im gewöhnlichen Lichte.

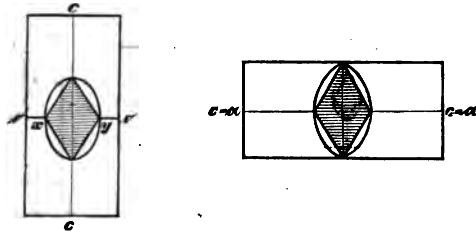


Fig. 31.
Dichroismus (Turmalin, Schnitte || c-Axe).
(Nach Fouqué.)

Optisch-zweiaxige Mineralien. In diesen zeigen sich die Absorptionsunterschiede in drei aufeinander senkrechten Richtungen, welche mit den drei Elasticitätsaxen zusammenfallen, am größten; man unterscheidet hier also drei Flächenfarben und drei Axenfarben. Die Axenfarben

werden entsprechend den Elasticitätsaxen mit $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ bezeichnet; jede Flächenfarbe ist zusammengesetzt aus zwei Axenfarben. Durchblickt man z. B. einen Cordieritkrystall durch die Fläche *oP*, also in der Richtung der Verticalaxe, die hier mit der Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ zusammenfällt, so erscheint derselbe blau, d. h. die Flächenfarbe *A*, die sich aus den Axenfarben $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ zusammensetzt, ist blau, parallel $\infty \breve{P} \infty$ ($\mathfrak{c}$) ist die Flächenfarbe *C* gelblichweiß, aus $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$, parallel $\infty \bar{P} \infty$ ($\mathfrak{b}$) ist die Flächenfarbe *B* blauweiß, aus den Axenfarben $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ zusammengesetzt. Die Axenfarben für dieses Beispiel hingegen sind: $\mathfrak{a}$ gelblichweiß, $\mathfrak{b}$ hellberlinerblau, $\mathfrak{c}$ dunkelberlinerblau. Die Bestimmung dieser geschieht auf folgende Weise. Hat man einen Durchschnitt eines Krystalls, dessen optische Orientirung bekannt ist, z. B. einen Schnitt des Hypersthen's (Fig. 32) senkrecht auf die $\acute{c}$-Axe (parallel *oP*), so wird man in diesem vermittelst des Polarisators die Axenfarben $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{a}$

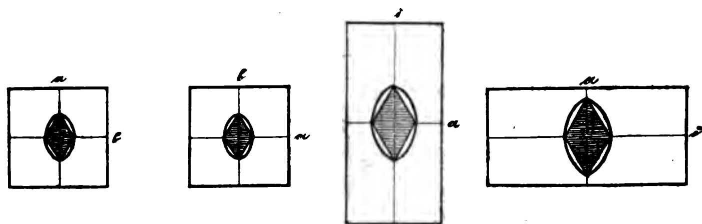


Fig. 32.
Trichroismus (Hypersthen. Schnitte $\perp$ $\acute{c}$-Axe und $\parallel$ $\infty \breve{P} \infty$).

bestimmen können, indem man einmal die Brachyaxe ($\breve{a} = \mathfrak{a}$), dann die Makroaxe ($\bar{b} = \mathfrak{b}$) durch Drehen des Objecttisches über dem Polarisator dem Nicolhauptschnitt parallel stellt. Man braucht nun noch einen Durchschnitt des Minerals, um die Axenfarbe für $\mathfrak{c}$ bestimmen zu können. Derselbe kann im erwähnten Falle entweder parallel $\infty \bar{P} \infty$ oder $\infty \breve{P} \infty$ gehen. Parallel $\infty \breve{P} \infty$ wird man wieder zwei Axenfarben bestimmen können, die für $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$; die Axenfarbe $\mathfrak{c}$ wird, sobald die Verticalaxe ($\acute{c} = \mathfrak{c}$), die für $\mathfrak{a}$, sobald die Brachyaxe mit dem Nicolhauptschnitt zusammenfällt, zur Beobachtung gelangen. Die Axenfarbe $\mathfrak{a}$ wurde daher in diesem Falle zweimal bestimmt und muß, falls die Schnitte gleiche Dicke hatten, in beiden Fällen übereinstimmen.

Werden die pleochroitischen Mineralien in sehr dünnen Blättchen, wie dies ja in den Gesteinsdünnschliffen der Fall ist, untersucht, so werden die Absorptionsunterschiede oft gar nicht mehr wahrnehmbar, wie am Cordierit und Andalusit, während der Turmalin beispielsweise noch in den dünnsten Nädelchen ausgezeichneten Dichroismus aufweist. Es ist daher zweckmäßig, sich von dem zu untersuchenden Gesteine auch einen dickeren Schliff zur Beobachtung der optischen Eigenschaften der größeren Mineraleinsprenglinge zu verfertigen.

Die Stärke der Absorption in den verschiedenen Richtungen eines Minerals wird durch ein den Elasticitätsaxen beigefügtes $>$ oder $<$ ausgedrückt; so ist z. B. beim Turmalin $o > \varepsilon$ oder $\mathfrak{c} > \mathfrak{a}$, d. h. der ordentliche Strahl wird stärker absorbirt als der außerordentliche; beim Cordierit ist $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$ oder, da in den rhombischen Mineralien bekanntlich die Elasticitätsaxen mit den krystallographischen zusammenfallen, diesen nach der bekannten optischen Orientirung entsprechend $\bar{b} > \breve{a} > \acute{c}$, d. h. die Absorption ist beim Cordierit in der Richtung der Makroaxe am größten.

Bei den tetragonalen und hexagonalen Mineralien fallen also die Richtungen, nach welchen man die größten Farbenunterschiede wahrnehmen kann, — Laspeyres nennt sie »Axen der Absorption« — zusammen mit den zwei Elasticitätsaxen, d. h. parallel und senkrecht zur Hauptaxe, bei den rhombischen mit den drei Elasticitätsaxen, resp. den drei krystallographischen Axen; bei den monoklinen und triklinen Mineralien scheinen aber nach den neuesten Untersuchungen Laspeyres' nicht alle drei Absorptionsaxen mehr mit den Elasticitätsaxen zusammenzufallen, wohl aber aufeinander senkrecht zu stehen.

Bei den monoklinen Mineralien scheint nur mehr eine Absorptionsaxe, und zwar mit der Orthodiagonale zusammenzufallen, während die beiden anderen, in der Symmetrieebene liegenden mit den Elasticitätsaxen Winkel bilden; bei den triklinen würden dann wahrscheinlich alle drei, aufeinander senkrecht stehenden, Absorptionsaxen mit den Elasticitätsaxen Winkel bilden. Farblose doppeltbrechende Mineralien zeigen oft in Folge regelmäßiger Einlagerung farbiger Partikelchen oder anderer Mineraltheilchen Pleochroismus, so z. B. der Apatit.

Schließlich möge noch hervorgehoben werden, dass die Axenfarben der pleochroitischen Mineralien nicht constant bleiben, indem manchmal an Durchschnitten ein und derselben Mineralart bald $\mathfrak{c} > \mathfrak{a} > \mathfrak{b}$, bald $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$ u. dergl. beobachtet werden, oder ein und dasselbe Mineral bald schwach, bald stark pleochroitisch sein kann; immerhin aber bildet der Pleochroismus ein Characteristicum gewisser Mineralien, wie Andalusit, Cordierit, Turmalin, Hypersthen, Hornblende, Biotit u. a., und gibt so ein Hilfsmittel zur Bestimmung dieser.

B. Chemische Untersuchungsmethoden.

Hand in Hand mit der mikroskopischen Untersuchung der Gesteine soll die chemische gehen; eine quantitative Analyse wird immer einen willkommenen Aufschluß über die mineralogische Zusammensetzung geben, oder wenigstens mehr oder minder die mikroskopischen Beobachtungen bestätigen. Auf Grund der Bauschanalyse eines Gesteins *allein* aber ist es

unmöglich, die dasselbe zusammensetzenden Mineralien oder gar die chemische Constitution dieser zu eruiren. Um die gesteinsbildenden Mineralien gesondert analysiren und dieselben nach der chemischen Zusammensetzung bestimmen zu können, muß man sie von einander trennen; eine solche mechanische Trennung kann entweder bloß mit einer Nadel unter dem Mikroskope, wenn es sich nur um kleine Proben zur qualitativen chemischen Prüfung der Mineralien handelt, oder mit specifisch schweren Lösungen nach dem specifischen Gewichte der Mineralien zur Erzielung größerer Mineralmengen behufs quantitativer chemischer Untersuchung ausgeführt werden. Bei letzterer Methode hat man noch den Vortheil, daß man zugleich das specifische Gewicht der einzelnen gesteinsbildenden Mineralien kennen lernt.

Ist das zu untersuchende Gestein grobkrystallinisch, so kann man oft schon mit freiem Auge oder mit einer Loupe die einzelnen Gemengtheile von einander scheiden, die verschiedenen Spaltblättchen dann sowohl optisch als auch chemisch qualitativ und quantitativ untersuchen. Bei einer solchen Sonderung ist es aber z. B. unmöglich, falls mehrere Feldspatharten im Gesteine vorkommen, dieselben von einander zu trennen; ebenso gelingt eine so gestaltete Trennung der Gemengtheile bei feinkörnigen Gesteinen nicht mehr. Um in solchen Fällen die Gesteinsgemengtheile chemisch untersuchen zu können und so einen Anhaltspunkt zur Bestimmung derselben zu erhalten, wendet man mikrochemische Reactionen an, wobei der zu bestimmende Gemengtheil unter dem Mikroskope entweder direct in dem Gesteinsschliffe oder an winzigen ausgelesenen Körnchen in Lösung gebracht und mit Reagentien behandelt wird, die äußerst characteristische Niederschläge geben, oder man versucht eine exactere, genauere mechanische Trennung der Gesteinsgemengtheile, indem man das Gesteinspulver in specifisch schweren Lösungen behandelt.

In manchen Fällen gibt auch eine Partialanalyse des in Salzsäure löslichen und des unlöslichen Gesteinstheiles schätzenswerthen Aufschluß und erleichtert oft die Bestimmung der Gemengtheile.

Mikrochemische Methoden.

H. Rosenbusch, l. c., p. 107, und N. Jahrb. für Min. und Geol. 1871, p. 914.

F. Zirkel. Basaltgesteine und Lehrb. d. Petrographie.

A. Streng. Ueber die mikroskopische Unterscheidung von Nephelin und Apatit. Tschermak's Miner. Mitth. 1876, p. 167.

E. Bořicky. Elemente einer neuen chemisch-mikroskopischen Mineral- und Gesteinsanalyse. Archiv d. naturw. Landesdurchforsch. Böhmens. III. Bd., V. Abthlg., Prag, 1877.

Szabó. Ueber eine neue Methode, die Feldspäthe auch in Gesteinen zu bestimmen. Budapest, 1876.

Th. H. Behrens. Mikrochemische Methoden zur Mineralanalyse. Verslagen en Mededeelingen der k. Akademie v. Wetenschappen. Amsterdam, 1881. — Afdeeling Natuurkunde. 2. Reeks, XVII. Deel. p. 27—73.

A. Streng. XXII. Ber. der oberhesisschen Ges. f. Nat. u. Heilkunde. 1883, p. 258 u. 260.

E. Bořicky. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1879, p. 564.

Michel Lévy et L. Bourgeois. Compt. rendus 1882. 20 mars, und Bull. Soc. minér. 1882. V. p. 136 (Reaction auf Zirkonerde).

Schönn. Zeitschr. für analyt. Chemie. 1870. IX. p. 41 (Reaction auf Titansäure).

Seit langer Zeit wird als mikroskopisches Reagens bei Gesteinsuntersuchungen die Salzsäure verwendet; so wendete bereits Zirkel (vergl. Petrographie II. p. 293, 1870) dieselbe mit Vortheil an zur Unterscheidung der dem Anorthit nahe stehenden Plagioklase von den dem Albit verwandten, von Magneteisen und Titaneisen. Noch länger ist die Anwendung der Salzsäure zur Bestimmung des Calcitgehaltes der Gesteine bekannt, ebenso zur Erkennung von in dieser Säure löslichen Silicaten, wie Nephelin, Glieder der Mejonitgruppe etc.; so schloß z. B. Roth (1865) aus dem großen Kalkgehalt des in Säure löslichen Theiles der Eifeler Basaltlaven richtig auf die Anwesenheit von Melilith in diesen u. s. w.

Bei der Prüfung der Gesteinsgemengtheile wurde in erster Linie nur auf die Löslichkeit, dann erst auf die durch die Säure bewirkten Zersetzungsproducte, wie der CO_2 beim Calcit, des Auftretens von $Na\,Cl$-Würfelchen nach Verdunsten des Probetropfens beim Nephelin, des Auftretens gelatinöser $Si\,O_2$ beim Behandeln des Olivins mit Salzsäure u. s. w. Rücksicht genommen; hierbei wurde die Probe im ersteren Falle mit Gesteinspulver gemacht, indem man zuerst den Gesteinsschliff oder das Gesteinspulver für sich, und dann das nach Behandlung mit HCl übrig gebliebene Pulver mikroskopisch untersuchte; im zweiten Falle wurde die Prüfung direct auf dem ohne Deckgläschen versehenen Schliffe unternommen. In beiden Fällen zeigen sich große Uebelstände, in dem einen der, daß es bei Pulverform schwer wird, die Mineralien wieder unter dem Mikroskope zu erkennen und so den gelösten Theil zu bestimmen; in dem anderen Falle wieder der, daß oft bei Behandlung der Schliffe mit Säuren der ganze Schliff zerstört wird und zerfällt.

Eine in vielen Fällen anzuempfehlende Methode zur Isolirung der Mineralien eines Dünnschliffes behufs ihrer mikroskopisch-chemischen Untersuchung theilte A. Streng mit. Behandelt man ein Mineralkörnchen im Dünnschliff mit Säuren, so ist es fast immer unvermeidlich, daß der Tropfen des Lösungsmittels nicht auch die benachbarten anderen Mineralkörnchen bedeckt, möglicherweise angreift und so die chemische Reaction unsicher macht. Diesem Uebelstande kann man dadurch abhelfen, daß man den Schliff vorher mit einem durchlöcherten Deckgläschen, welches an der Unterseite mit flüssigem, gekochtem Balsam überzogen wird, so bedeckt,

daß die etwa ½—1 mm große Oeffnung desselben über das zu prüfende Mineralkörnchen zu liegen kommt; der die Oeffnung erfüllende Canadabalsam wird mit Alkohol entfernt. Solche durchlöcherte Deckgläschen lassen sich leicht durch Behandlung mit Flußsäure herstellen; man taucht das gewöhnliche Deckgläschen zuerst in geschmolzenes Wachs, macht mit einer Nadel nach dem Erkalten in der Mitte des Deckgläschens ein ½—1 mm großes Loch, gibt so lange concentrirte Flußsäure auf die so bloßgelegte Oeffnung, bis an dieser Stelle ein Loch durchgefressen ist, und reinigt dann das Deckgläschen vom Wachs.

Als eine fast immer zum Ziele führende Reaction zur Unterscheidung des Nephelins vom Apatit ist die von Streng (1876) angegebene zu nennen. Beide in Gesteinen sehr häufige Mineralien sind bekanntlich einander überaus ähnlich, hexagonal ($\infty P.\ oP.\ P$), optisch negativ, farblos.

Die mikrochemischen Reactionen auf Apatit sind: a) Reaction auf Phosphorsäure. Man gibt auf das im Schliffe befindliche, freiliegende, d. h. nicht von den anderen Mineralien bedeckte und die Schliffoberfläche schneidende Apatitkryställchen mittelst eines dünnen Glasstäbchens einen Tropfen einer concentrirten salpetersauren Lösung von molybdänsaurem Ammoniak, so daß der ganze unter dem Mikroskop befindliche Theil des mit keinem Deckgläschen versehenen Dünnschliffes benetzt ist; zum Schutze der Objectivlinse, welche bei solchen Versuchen durch die Säuredämpfe leicht angegriffen wird, klebt man mit etwas Glycerin ein Muskowit- oder Glasblättchen auf die Linse. Der Apatit löst sich nun allmählich in der Salpetersäure des Reagens, und es entstehen in großer Menge die gelben Körnchen und Octaëderchen der phosphorsäurehaltigen Molybdänverbindung [$10\,MoO_3 + PO_4\,(NH_4)_3$]. Diese gelben Kryställchen setzen sich kranzartig um den Apatit herum und nicht an der Stelle, wo der Apatitkrystall sich befand, weil hier die überschüssige Phosphorsäure die Bildung eines Niederschlages verhindert.

Eine weitere Controlreaction ist die auf Kalk. Man löst zuerst das Apatitkryställchen in einem Tropfen Salz- oder Salpetersäure auf dem Dünnschliffe und gibt dann ein Tröpfchen Schwefelsäure dazu, wobei dann ringsum und an der Stelle, wo der Apatit lag, feine faserige, weiße Krystallaggregate von Gyps entstehen.

Behandelt man ein Apatitkryställchen bloß mit verdünnter Schwefelsäure, so löst es sich darin nicht, indem sich ein sehr dünner Ueberzug von Gyps bildet, der die weitere Zersetzung des Apatits durch die Schwefelsäure hindert.

Am genauesten und sichersten ist die Streng'sche Reaction auf Phosphorsäure, wenn man sie nicht direct am Dünnschliffe, sondern an einem isolirten Körnchen ausführt, oder wenn man den Dünnschliff mit verdünnter Salpetersäure behandelt, die Lösung mit einem Capillarröhrchen aufsaugt,

eindampft, wieder mit verdünnter Salpetersäure aufnimmt und die Reaction auf einem Objectträger vornimmt.

Der Nephelin kann erkannt werden einestheils durch die negativen Resultate bei den eben für Apatit angeführten Reactionen, anderentheils durch eine Reaction mit concentrirter Salzsäure; gibt man nämlich einen Tropfen dieser auf das zu untersuchende Kryställchen, so zersetzt es sich leicht, — es löst sich. Nach einiger Zeit bilden sich in dem Raume des Krystalls viele winzige farblose Würfelchen von Chlornatrium, die vortrefflich zu erkennen sind. Diese entstehen durch Einwirkung der Salzsäure auf das Natriumsilicat, und sind in der concentrirten Salzsäure schwer löslich.

A. Streng fand neuerdings ein vortreffliches Reactionsmittel auf Natrium in dem essigsauren Uranoxyd. Behandelt man die eingedampfte salzsaure Lösung eines Silicates mit einem Tropfen concentrirter essigsaurer Uranoxydlösung, so bilden sich rasch scharf ausgebildete hellgelbe Tetraëder von essigsaurem Uranoxydnatron, die in Wasser schwer löslich sind, auch in der Combination $\frac{O}{2} \cdot - \frac{O}{2}$ oder $\frac{O}{2} \cdot \infty O$, seltener in Durchkreuzungszwillingen nach einer Tetraëderfläche vorkommen und sich im polarisirten Lichte leicht von den doppeltbrechenden, rhombischen, würfelähnlichen Kryställchen des essigsauren Uranoxydes unterscheiden lassen.

Eine Reaction zur Erkennung der Mineralien der Hauyngruppe, welche, wenn sie farblos sind, oft schwer von Apatit- oder Nephelindurchschnitten zu unterscheiden sind, gab A. Knop an. Man löst den Dünnschliff des hauynführenden Gesteins durch Erwärmen vorsichtig vom Objectträger und wäscht ihn in Alkohol rein vom Canadabalsam. Den so gereinigten Schliff bringt man alsdann in einen Platintiegel, auf dessen Boden man Schwefelblumen, etwa eine gute Messerspitze voll, gegeben hat. Glüht man darauf den Tiegel wenige Minuten, wobei der Schwefel verdampft und das Innere des Tiegels erfüllt, und läßt diesen bedeckt erkalten, so erscheinen zwar alle eisenhaltigen Verbindungen geschwärzt, der Hauyn aber tritt mit schöner himmelblauer Farbe im Gesteinsgemenge hervor. Die übrigen gesteinsbildenden Mineralien werden im Schwefeldampf geglüht nicht blau; ob der Sodalith aber, wie Hauyn, blau wird, bestimmte Knop nicht.

Diese wenigen characteristischen Mikroreactionen beziehen sich aber nur auf eine äußerst geringe Anzahl der gesteinsbildenden Mineralien, Nephelin, Apatit und Hauyn; dem Bedürfniss nach einer Methode zur vollständigen mikrochemischen qualitativen Analyse der Gesteinsgemengtheile wurde von Bořicky und Behrens abgeholfen.

Bořicky's mikrochemische Methode.

Als Reagens wird nur chemisch reine Kieselfluorwasserstoffsäure angewandt; dieselbe soll circa 13% stark und muß vollkommen rein sein, d. h. sie darf, wenn man sie auf der Balsamschicht eines Objectträgers eintrocknen läßt, keinen Rückstand von Kieselfluoridkryställchen zurücklassen. Sie darf daher nicht in Glasgefäßen erzeugt oder aufbewahrt sein. Von starker Kieselfluorwasserstoffsäure sind fast alle gesteinsbildenden Mineralien mehr oder weniger angreifbar; hierbei kommt es zur Bildung von Kieselfluoriden, welche in die Kieselfluorwasserstoffsäurelösung übergehen und nach dem Verdunsten dieser Lösung in schön ausgebildeten und für die einzelnen Elemente oder kleine Gruppen solcher characteristischen Krystallformen erscheinen.

Die mikrochemischen Proben können mit dieser Säure entweder direct auf dem nicht mit einem Deckgläschen versehenen Gesteinsschliffe, oder besser noch an winzigen, etwa stecknadelkopfgroßen Mineralpartikelchen auf einem mit einer dünnen Balsamschicht überzogenen Objectträger ausgeführt werden. Man gibt mittelst eines dünnen Kautschukstäbchens von der in Kautschukflaschen aufbewahrten Kieselfluorwasserstoffsäure einen oder zwei Tropfen über das zu untersuchende Mineralpartikelchen und läßt das Präparat an vor Staub geschützter Stelle ruhig liegen, bis der Tropfen, am besten bei einer Temperatur von 15° R., eingetrocknet ist.

Ist das Mineral durch die Kieselfluorwasserstoffsäure leicht angreifbar, so kommen nach dem Verdunsten der Lösung gewöhnlich alle Metalle in ihren verschieden geformten Krystallgestalten und auch so ziemlich in demselben Mengenverhältnisse, in dem sie im Mineral enthalten waren, zum Vorscheine. Wurde das Mineral nur wenig angegriffen, so lassen sich nur die am leichtesten in Lösung übergehenden Metalle nachweisen und es muß dann dasselbe Mineralstückchen neuerdings mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt werden; vortheilhaft ist es in diesem Falle, wenn man das Mineralkörnchen früher in einem Platinschälchen mit Flußsäure behandelt, dann erst Kieselflußsäure zusetzt, zum Trocknen eindampft und von der wässerigen Lösung des Verdampfungsrückstandes einen Tropfen auf einen Objectträger bringt und denselben verdunsten läßt.

Dünnschliffe werden leichter als Körnchen oder Spaltblättchen angegriffen und müssen sehr dünn sein; besser wird die Probe an ausgelesenen Mineralkörnchen vorgenommen, da sich Schliffe mit einer trüben weißen Kruste überziehen. Am vollkommensten krystallisiren die Kieselfluoride, wenn man sie mit Wasser auskocht und die Lösung wieder auf einem anderen Objectträger verdunsten läßt. Die Kieselfluoride kommen stets in winzigen Kryställchen vor und werden am besten bei 2—400facher Vergrößerung

beobachtet; die entstandenen Kieselfluoride werden nach ihren Krystallformen unterschieden und zwar erscheint:

1) Das Kieselfluorkalium in scharf ausgebildeten kleinen Kryställchen des regulären Systems, am gewöhnlichsten als $\infty O \infty$ in skelettartigen Gruppen, auch nebstbei O und ∞O.

Bei Ueberschuß von Kieselflußsäure, Verdunsten derselben bei niederer (10° R.) Temperatur und Gegenwart von vorwiegendem Natron krystallisirt jedoch manchmal das Kieselfluorkalium in größeren, anscheinend rhombischen Kryställchen von der Form $\infty \breve{P} n \cdot m \breve{P} \infty$ aus.

2) Das Kieselfluornatrium (Fig. 33) in kurzen hexagonalen Säulchen mit $o P$, P, auch $\infty P2$; unvollkommene Krystalle sind faßähnlich. Je mehr Kieselfluorcalcium zugegen ist, desto größer werden die Krystalle; in Wasser sehr leicht löslich.

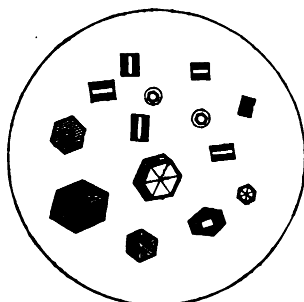


Fig. 33.
Kieselfluornatrium.
(Nach Bořicky).

3) Das Kieselfluorcalcium (Fig. 34) in eigenthümlichen langen, spießigen, am häufigsten spindelförmigen, oft rosettenförmig gruppirten Krystallgestalten; characteristisch für diese ist der Mangel scharf geradliniger Kanten und ebener Flächen. Es krystallisirt in monoklinen Krystallen und ist in Wasser sehr leicht löslich.



Fig. 34.
Kieselfluorcalcium.
(Nach Bořicky).

4) Das Kieselfluormagnesium (Fig. 35) erscheint in Rhomboëdern, deren Polecke durch $o R$ abgestumpft sind, und in Combinationen von $R \cdot \infty P_2$ oder $R \cdot \infty P_2 \cdot o R$; alle Krystallgestallten sind scharfkantig und ebenflächig. Recht häufig erscheint es auch in nach einer Kante verzogenen Rhomboëdern oder auch in kreuzförmigen, zapfenähnlichen oder federartigen Gestalten. Es löst sich leicht in Wasser.

5) Das Kieselfluoreisen ist vom Kieselfluormagnesium fast nicht unterscheidbar, ebenso das Kieselfluormangan, während das Kieselfluorstrontium wieder kaum vom Kieselfluorcalcium zu unterscheiden ist.

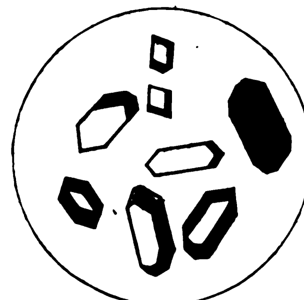


Fig. 35.
Kieselfluormagnesium.
(Nach Bořicky).

Das Kieselfluorlithium erscheint meist in regelmäßigen, stumpfen, hexagonalen

Pyramiden, von denen zuweilen ein Flächenpaar überaus stark entwickelt ist; das Kieselfluorbaryum in äußerst winzigen, kurzen, zugespitzten Nädelchen.

Unterscheidung der Kieselfluoride des Calciums und Strontiums. — Gibt man einen Tropfen von mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnter concentrirter Schwefelsäure auf die Kieselfluoride, so umsäumen sich die des Calciums sofort mit einem dichten Barte farbloser, monokliner Gypsnädelchen, während die des Strontiums sich nur langsam in Körnchen auflösen.

Unterscheidung der Kieselfluoride des Eisens, Magnesiums und Mangans. — Diese lassen sich entweder durch circa zwei Minuten lange Einwirkung von Chlorgas unterscheiden, indem dadurch die Kieselfluoride des Magnesiums farblos bleiben, die des Eisens citronengelb, die des Mangans röthlich gefärbt werden; anderentheils lassen sich die erwähnten Kieselfluoride durch Einwirkung von Schwefelammoniumdampf unterscheiden, indem hierbei wieder das Kieselfluormangan unverändert bleibt, während das Kieselfluoreisen schwarz, das Kieselfluormangan röthlich grau und körnig wird.

Die *Fe-*, *Mn-*, *Co-*, *Ni-* und *Cu-*Fluoride kann man auch mit Ferrocyankalium unterscheiden. Man gibt eine solche Lösung auf die Kieselfluoride, wodurch Ferrocyanide gebildet werden, die sich durch ihre characteristische Färbung unterscheiden; *Fe* ist blau, *Mn* bräunlich, *Cu* roth, *Co* dunkel- und *Ni* lichtgrün.

Diese Methode hat verschiedene Nachtheile; so ist es z. B. vermittelst derselben nicht möglich, die Thonerde in den Mineralien nachzuweisen, anderentheils ist wieder die Unterscheidung der Kieselfluoride des Eisens und Magnesiums eine schwierige und umständliche, und sind auch die Kieselfluorcalciumkryställchen zu wenig characteristisch. Nichtsdestoweniger wird man sich trotzdem dieser oft mit Vortheil bedienen können, und sind insbesondere die Proben auf die Alkalien als vorzüglich zu erwähnen.

Ein weiteres vollständiges System mikrochemischer Methoden für die Zwecke der Petrographen gab Th. H. Behrens. Auch in dieser sind eine Reihe neuer, vortrefflicher Mikroreactionen aufgeführt und wird man insbesonders bei Vereinigung beider Methoden, der Bořicky'schen zur Bestimmung der Alkalimetalle, und der Behrens'schen in vielen Fällen eine vollständige qualitative chemische Analyse unter dem Mikroskope ausführen können. Bei letzterer Methode ist jedoch die Operation auf dem Gesteinsschliffe selbst ausgeschlossen.

Behrens'sche Methode.

Vorbereitung der Mineralproben. — Die zu untersuchenden Mineralproben müssen immer aus dem Gesteinsgemenge isolirt werden, was bei grobkrystallinischen Gesteinen leicht durch Ausklauben aus dem gröblichen Gesteinspulver unter dem Mikroskop oder mit einer Loupe bewerkstelligt werden kann. Bei feinkrystallinischen Gesteinen, wo die Gesteinsgemengtheile im gröberen Pulver nicht mehr unterschieden werden können, wird das Mineralpartikelchen unter dem Mikroskope mit einer lanzettförmig zugeschliffenen Nadel aus dem ohne Deckgläschen versehenen Gesteinsschliffe, der gerade so weit geschliffen wird, daß das zu untersuchende Mineral durchsichtig und einigermaßen polirt erscheint, herauspräparirt, wobei man den Objectträger früher etwas erwärmt, damit der unter dem Schliffblättchen befindliche Canadabalsam erweicht und dadurch ein leichteres Ablösen und Isoliren des gewünschten Minerals durch allmähliche Zerbröckelung des Schliffes vom Rande her bewerkstelligt wird. Das so isolirte Mineralpartikelchen, welches mindestens 0,1 Milligramm schwer sein, resp. 0,3 mm Durchmesser haben muß, wird gereinigt und im Achatmörser unter einem Stückchen feinen Filtrirpapieres (zur Verlustvermeidung) gepulvert.

Aufschließung der Proben. — Die Aufschließung wird in einem halbkugeligen Platinschälchen von circa 1 cm Durchmesser, welches mit einem concaven Deckelchen aus dünnem Platinblech geschlossen werden kann, mit chemisch reiner Flußsäure oder Fluorammonium oder concentrirter Salzsäure vorgenommen. Man gibt ein paar Tropfen von jeder Säure in das Schälchen und darauf das feingeriebene Mineralpulver, dampft dann unter mäßiger Erwärmung ab und fügt, wenn nöthig, nochmals Flußsäure zu, und wiederholt das Abdampfen. Die trockene Masse von Fluoriden wird dann mit so viel verdünnter Schwefelsäure abgedampft, daß graue Dämpfe von Schwefelsäurehydrat in reichlicher Menge entweichen. Die Schwefelsäure darf jedoch nicht vollständig verdampft werden, man setzt daher nöthigenfalls vor dem Aufkochen mit Wasser noch ein Tröpfchen der Schwefelsäure zu und erwärmt wieder bis zum Rauchen; sodann wird die aufgeschlossene Masse in viel Wasser gelöst, das Platinschälchen etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt und der Inhalt unter gelindem Erwärmen soweit verdampft, daß man von 0,1 Milligramm Substanz ein Centigramm Lösung erhält.

Von dieser Lösung wird nun ein Tröpfchen mit einer Capillarpipette auf einen Objectträger gebracht und derselbe dann, ohne mit einem Deckglas der leichteren Verdunstung wegen versehen zu sein, unter das Mikroskop gegeben. Die am besten angewandte Vergrößerung ist die circa

200fache. Die Objectivlinse muß wieder durch ein mit Glycerin aufgeklebtes Muskowitblättchen geschützt werden.

In diesem Tropfen prüft man zuerst auf

Calcium. War das untersuchte Mineral kalkhaltig, so scheiden sich beim Verdunsten des Probetropfens freiwillig Gypskryställchen (Fig. 36), dünne Säulchen $\infty P \cdot \infty P\!\!\!/ \infty \cdot P$ meist auf $\infty P\!\!\!/ \infty$ liegend, auch in rosettenförmigen Gruppen aus. Am Rande des Tropfens zeigen sich oft größere Kryställchen auch in den bekannten Schwalbenschwanzzwillingen. Mit dieser Reaction sind 0,0005 Milligramm *Ca O* nachweisbar. Bei geringerem Kalkgehalt oder zu langsamer Ausscheidung der Gypskryställchen stellt man das Objectglas mit dem Tropfen unter eine Pappschachtel, deren Boden mit Alkohol angefeuchtet wurde; die dann entstehenden Kryställchen sind aber kleiner und undeutlicher, es wird aber hierdurch die Empfindlichkeit der Reaction auf das Vierfache gesteigert.

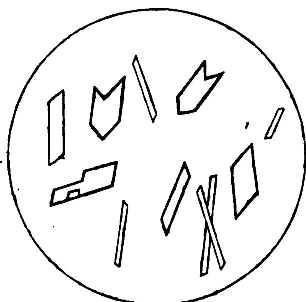


Fig. 36.
Gyps.
(Nach Behrens.)

In demselben Tropfen prüft man auf

Kalium. Man gibt in die Mitte des Probetropfens ein Tröpfchen concentrirten Platinchlorids, welches man am besten vermittelst eines im Glasstab eingeschmolzenen Häkchens von Platindraht bewerkstelligt.

Die Krystalle von Kaliumplatinchlorid (Fig. 37, *a*) bilden sich binnen wenigen Minuten und vorzugsweise am Rande. Es sind lichtgelbe, äußerst scharf ausgebildete Octaëderchen von sehr starkem Lichtbrechungsvermögen. Wenn mit concentrirten Lösungen operirt wurde, erscheinen auch kleeblattartige Drillinge und Vierlinge. In Chloridlösungen entstehen die Kaliumplatinchloridkryställchen schneller und fallen kleiner aus, als in Sulfatlösungen; großer Ueberschuß von Schwefelsäure hindert die Entstehung derselben. Nachweisbar sind durch diese Reaction 0,0006 Milligramm $K_2 O$.

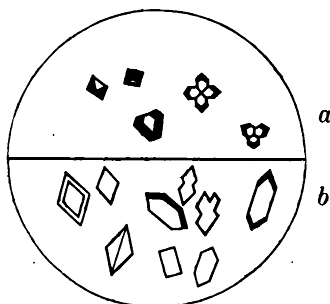


Fig. 37.
a. Kaliumplatinchlorid.
b. Kaliumfluoborat.
(Nach Behrens.)

Natrium wird durch Cerosulfat nachgewiesen, indem man ein Tröpfchen gesättigter Lösung dieses Reagens neben einen neuen Probetropfen des aufgeschlossenen Minerals in circa 5 mm Entfernung setzt und beide mittelst eines Glasfadens verbindet. Es entstehen nun im Reagenstropfen desminähnliche Büschel von Cerosulfat und am Rande, bei

größerem Natriumgehalt im ganzen Tropfen, eine trübe braune Zone des Natriumdoppelsalzes, welches bei circa 600facher Vergrößerung als aus winzigen, weißlich durchscheinenden Körnchen bestehend sich erweist. Enthielt das Mineral zugleich Kalium, so bildet sich in der Mitte des Tropfens außerdem eine grobkörnigere, graue Zone des Kaliumdoppelsalzes, welches aus Kartoffelstärke ähnlichen Körnchen und Scheibchen besteht. Bei geringerem Alkaligehalt des untersuchten Minerals werden die Erscheinungen deutlicher; es entstehen Knollen, auch versteckte Rhomben des Kaliumdoppelsalzes und zugespitzte Prismen, spindelförmige Kryställchen das Natriumdoppelsalzes. Ein großer Ueberschuß von Schwefelsäure hindert die Reaction.

Man kann diese Reaction zuerst für beide Alkalimetalle verwenden und dann allenfalls in demselben Tropfen mit Platinchlorid auf Kalium prüfen und auf mit Balsam überzogenem Objectträger die Probe mit Kieselfluorwasserstoffsäure auf Natrium vornehmen. Jedenfalls verdient die Bořicky'sche Probe auf Natrium dieser vorgezogen zu werden, ebenso die mit Platinchlorid auf Kalium.

M a g n e s i u m wird mit Natriumammoniumhydrophosphat (Phosphorsalz) nachgewiesen, indem man den Probetropfen, worin bereits auf *K* oder *Al* geprüft wurde, mit Ammoniak übersättigt, ein Wassertröpfchen circa 1 cm entfernt daneben setzt, in dieses ein Körnchen Phosphorsalz gibt und die beiden Tropfen wieder durch Zwischenlegen eines Glasfadens verbindet.

Es entstehen dann entweder doppelt gegabelte Krystalloide, ähnlich den in natürlichen Gläsern häufigen Mikrolithen, oder, wenn die Lösung sehr verdünnt war, gut ausgebildete Zwillinge hemimorpher Krystalle von Ammonium-Magnesiumphosphat (Fig. 38). Manchmal bleibt die Reaction auf *Mg* aus, oder sie ist zu schwach, weil zu wenig Ammonsalze in Lösung waren; es ist daher gut, vor der Uebersättigung mit Ammoniak ein wenig Salzsäure oder Chlorammon zuzufügen. Nachweisbar sind 0,001 Milligramm *MgO*.

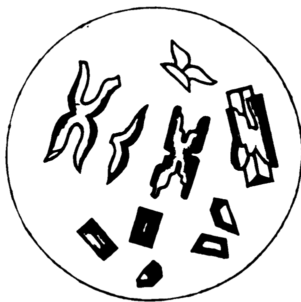


Fig. 38.
Ammonium-Magnesiumphosphat.
(Nach Behrens.)

Für A l u m i n i u m fand Behrens ein ausgezeichnetes Reagens in Caesiumchlorid, wovon man ein winziges Tröpfchen an den Rand des Probetropfens mittelst der Spitze eines Platindrahtes, den man in die zerflossene Masse des Salzes tauchte, bringt. Es bilden sich sofort große, wasserhelle Octaëder, seltener $\infty O \infty \cdot O$, von Caesiumalaun (Fig. 39). Ist die Lösung des Minerals eine concentrirte, so entstehen bloß Dendriten und es muß ein kleiner Wasser-

tropfen gegenüber der Seite des Tropfens, wo man das Reagens anbrachte, zugegeben werden. Viel Schwefelsäure beeinträchtigt die Bildung der Alaunkrystalle. Mit dieser Reaction können noch 0,01 Milligramm $Al_2 O_3$ deutlich nachgewiesen werden.

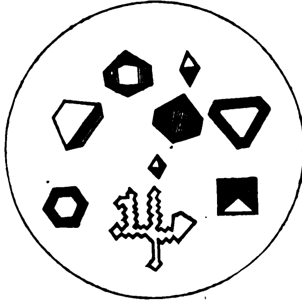


Fig. 39.
Caesiumalaun.
(Nach Behrens.)

Eisen wird man unter dem Mikroskope nur selten nachweisen wollen. Die Färbung des flockigen, feinkörnigen Niederschlages, den man durch Ferrocyankalium in Eisenlösungen enthält, ist makroskopisch ebenso genug characteristisch und intensiv.

Mangan wird durch Schmelzen mit Soda characteristisch in den minimalsten Mengen nachgewiesen, wodurch eine mikroskopische Prüfung überflüssig wird.

Lithium fällt man aus der schwefelsauren Lösung mit Alkalicarbonat und erhält gut ausgebildete monokline Krystalle von Lithiumcarbonat mit rechteckigen Querschnitten, die sich von Gyps durch ihre rectangulären Formen und Löslichkeit in verdünnter Schwefelsäure und von Magnesiumdoppelsalzen durch die Eigenschaft unterscheiden, daß sie bei jedem Mengenverhältniß von Kaliumcarbonat und Lithiumsulfat entstehen und dauernd bleiben, während die Krystalle des Magnesiumdoppelsalzes nur bei Alkalicarbonat-Ueberschuß und in nächster Nähe des Reagens entstehen und bald körnelig zerfallen. Phosphorsäure ist der Bildung der Lithiumcarbonatkryställchen sehr hinderlich.

Barium und Strontium. Diese finden sich bei gleichzeitiger Gegenwart von Calcium neben Gyps in dem nach Abziehen der wässerigen Sulfatlösung im Platinschälchen verbliebenen Rückstande, der, in heißer concentrirter Schwefelsäure gelöst beim Erkalten und durch Wasseraufnahme das Bariumsulfat in kleinen linsenförmigen gekreuzten Kryställchen und später das Strontiumsulfat zuerst in verworrenen Büscheln und feinen Nädelchen, dann in größeren, oft rhombenförmigen, kreuzförmig verzwillingten Kryställchen, noch später erst den Gyps zur Ausscheidung bringt.

Metalloide. Von den übrigen von Behrens angegebenen Reactionen sind für die Bestimmung der gesteinsbildenden Mineralien noch folgende von Wichtigkeit.

Chlor. Das Mineralkörnchen, das auf den Chlorgehalt untersucht werden soll, wird mit Soda geschmolzen, aufgeschlossen, zu der Schmelze eine größere Quantität Schwefelsäure in das Platinschälchen gegeben und die entweichende Salzsäure in Wasser aufgefangen, indem man ein Deckglas, dem unterwärts ein kleiner Wassertropfen angehängt wird, über das Platinschälchen legt. Von oben wird wieder durch einen kleinen

Wassertropfen abgekühlt. Ist der Proceß beendet, so wird zuerst der oberhalb des Deckglases befindliche Tropfen entfernt (mit Filtrirpapier oder einer Capillarpipette) und das Deckglas mit dem unten angehängten Tropfen umgekehrt auf einen Objectträger und in die Mitte des Tropfens ein Körnchen Thalliumsulphat gelegt. Es bilden sich dann schnell farblose Octaëderchen und $O \cdot \infty O$ von Thalliumchlorid, die sehr stark lichtbrechend und häufig zu kleeblattähnlichen Drillingen und kreuzförmigen Vierlingen vereinigt sind. Nachweisbar sind 0,004 Milligramm *Na Cl*.

Phosphor und Schwefel lassen sich durch Umkehrung der für Aluminium (für *S*) und Magnesium (für *P*) beschriebenen Reactionen nachweisen; unlösliche Sulphate und Phosphate müssen früher mit Soda geschmolzen, die gepulverte Schmelze in Wasser gelöst werden. Zum Nachweis des Schwefels setzt man neben einen Tropfen dieser Lösung einen solchen einer Mischung von Chloraluminium und Salzsäure, dem wenig Chlorcaesium beigemischt wurde, verbindet beide wieder durch einen Glasfaden, in dessen Nähe sich bald die Caesiumalaun-Octaëder zeigen werden. — Bei der Phosphorbestimmung verwendet man als Reagens eine concentrirte Chlorammoniumlösung nebst einem Körnchen Bittersalz.

Fluor. Das fluorhaltige Mineral wird in Schwefelsäure gelöst, Silicate wie Topas, Turmalin, müssen aber früher mit dem doppelten Volumen Soda geschmolzen werden, hierbei wird das Fluor in Kieselfluorwasserstoff übergeführt, wenn nöthig, unter Zusatz von pulveriger Kieselsäure, und dieses Gas in verdünnter Schwefelsäure aufgefangen. Man gibt einen Tropfen dieser Säure auf die convexe Seite des Platindeckelchens und legt dieses mit dieser Seite auf das Platinschälchen und kühlt wieder durch einen auf die concave Seite gebrachten Wassertropfen ab. Man erwärmt nun, entfernt nach vollendeter Destillation zuerst den Abkühlungstropfen und bringt dann den fluorhaltigen Säuretropfen durch directe Berührung auf einen mit Canadabalsam überzogenen Objectträger oder ein Barytblättchen (mit Soda geschmolzene Proben erwärmt man vor Zusatz der Schwefelsäure mit Essigsäure und dampft zum Trocknen ein; es wird so das Spritzen vermieden). In den zu prüfenden Tropfen gibt man nach vollendeter Uebertragung auf den Objectträger ein winziges Körnchen Chlornatrium; es entstehen bald sechsblätterige Rosetten, später hexagonale Täfelchen, $\infty P \cdot o P$, und kurze Säulchen, $\infty P \cdot P$ von Kieselfluornatrium. Nachweisbar sind 0,0036 Milligramm Fluor.

Silicium und Bor. Die Bestimmung ist ganz dieselbe wie bei Fluor, nur mit dem Unterschiede, daß neben Schwefelsäure auch Flußsäure angewendet werden muß. Soll bloß eines der beiden Elemente nachgewiesen werden, so braucht man als Reagens wieder Chlornatrium; es entstehen dann wieder die erwähnten hexagonalen Kryställchen. Ist aber Bor neben Silicium nachzuweisen, so verwendet man Chlorkalium; Kaliumfluo-

silicat bildet Krystalle des regulären Systemes, *O* und *O*·∞*O*∞, während Kaliumfluoborat (Fig. 37, *b*) zuerst in spießigen Blättchen und in Rhomben, deren stumpfe Ecken oft durch Kanten ersetzt sind, erscheint. Dieses kommt nach dem Fluosilicat zur Ausscheidung. Ist das untersuchte Mineral siliciumreich, so muß, um nebenbei sicher Bor nachweisen zu können, der größte Theil des Siliciums früher beseitigt werden. Man erwärmt zuerst das mit Fluß- und Schwefelsäure gemengte Mineralpulver nur so weit, daß der größte Theil des Kieselfluorides ausgetrieben wird, fängt dies in verdünnter Schwefelsäure auf und prüft mit Chlornatrium auf Silicium. Dann gibt man zur Mineralprobe nochmals etwas Flußsäure zu, erwärmt nun stärker, bis zum Rauchen der Schwefelsäure. Das Destillat erwärmt man ebenfalls bis 120°, fügt dann zum Rückstande einen Wassertropfen, überträgt auf den Objectträger und prüft mit Chlorkalium darin auf Bor. Die rhombischen Kieselfluoboratkryställchen entstehen dann oft erst nach Eintrocknung des Tropfens.

Wasser. Die Wasserbestimmung wird an winzigen Mineralpartikelchen auf dieselbe Weise wie bei den Löthrohrversuchen vorgenommen. Behrens empfiehlt hierzu folgenden kleinen Apparat: ein Röhrchen, circa 10 mm lang und 3 mm Durchmesser, wird an einem Ende in einen circa 2 cm langen und 0,5 mm weiten Faden ausgezogen und nach gelinder Erwärmung des ganzen Röhrchens und Durchsaugen von Luft zugeschmolzen. Während die Röhre noch warm ist, wird das Mineralkörnchen eingebracht und die Röhre auf halber Länge ausgezogen und auch auf dem anderen Ende, aber stumpf, zugeschmolzen. Dann kühlt man das capillare Ende durch Alkohol ab oder erhitzt, wenn kein Niederschlag entstanden ist, bis zum gelinden Glühen. Es bildet sich dann gewöhnlich der Niederschlag ohne künstliche Abkühlung und kann in dem capillaren Theil angesammelt werden.

Durch Anwendung der als vorzüglich anerkannten Behrens'schen Methode ist man im Stande, gerade die wichtigsten Elemente der gesteinsbildenden Mineralien, Kalium, Calcium, Magnesium und Aluminium, mit Leichtigkeit und voller Sicherheit zu bestimmen; für Natrium scheint die Bořicky'sche Methode charakteristischer und bedeutend empfindlicher zu sein, bei sehr kleinem Natriumgehalt schlägt Rosenbusch Flammenreaction vor.

C. Mechanische Trennung der gesteinsbildenden Mineralien.

Thoulet. Bull. de la Soc. minéralog. de France, 1879, II. p. 17 und 189.
Fouqué et Michel Lévy. Minéralogie micrographique, p. 114.
Goldschmidt. N. Jahrb. f. Mineralogie und Geologie, 1881, 1. Beilagebd. p. 179.
K. Oebbeke. Ebenda, p. 454.
E. Cohen u. L. v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol., 1883, II. Bd. p. 86—89.
D. Klein. Bull. de la Soc. minér. de France, Juin 1884, 4. p. 149, und Zeitschr. f. Krystallographie und Mineralogie v. Groth, VI. 1882, p. 306, oder N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882, II. Bd. Ref. p. 189.
P. Gisevius. Beiträge z. Methode d. Bestimmung d. spec. Gew. v. Min. u. d. mechanischen Trennung von Mineralgemengen. Inaug.-Diss. Univ. Bonn, 1883.
C. Rohrbach. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883, II. Bd. p. 186, und Wiedemann's Annalen f. Physik u. Chemie.

Um die gesteinsbildenden Mineralien für sich quantitativ chemisch untersuchen zu können, müssen dieselben möglichst rein von einander getrennt werden; theilweise ist eine Scheidung der Mineralien, wie erwähnt, schon durch Behandlung mit verschiedenen Säuren und mit dem Magnet möglich, am sichersten führt aber die Trennung nach dem specifischen Gewichte zum Ziele. Am besten eignen sich hierzu Lösungen, deren specifisches Gewicht sehr hoch ist und durch Verdünnung der Lösung leicht allmählich herabgedrückt werden kann.

Man hat bei dieser Methode der mechanischen Trennung der Gesteinsgemengtheile noch den Vortheil, daß man zugleich das specifische Gewicht derselben genau bestimmen kann, und so einen weiteren Anhaltspunkt zur Bestimmung der Mineralien gewinnt.

Die bis jetzt bekannten und allgemein zur mechanischen Trennung und zur Bestimmung des specifischen Gewichtes verwendeten Lösungen sind:

1) die Kaliumquecksilberjodidlösung mit dem höchst erreichbaren spec. Gew. von 3,196 (von Thoulet-Goldschmidt);
2) die borowolframsaure Cadmiumlösung (von Klein) mit dem spec. Gew. bis zu 3,6;
3) die Baryumquecksilberjodidlösung (von Rohrbach) mit dem spec. Gew. von 3,588.

1. Trennung vermittelst der Kaliumquecksilberjodidlösung.

Herstellung und Eigenschaften der Lösung. — Jodkalium und Jodquecksilber werden im Verhältniß 1 : 1,239 abgewogen, beide Theile in eine große Abdampfschale gegeben, gemischt und in möglichst wenig kaltem destillirten Wasser gelöst. Die Lösung wird dann über dem Wasser-

bade so lange eingedampft, bis ein Mineralstückchen, z. B. Turmalin, vom spec. Gew. 3,1 schwimmt; man nimmt nun die Schale vom Wasserbade und läßt die Lösung erkalten, wobei Verdichtung eintritt und das Maximum des specifischen Gewichtes erreicht wird. Bei der Abkühlung scheiden sich in der concentrirten Lösung meist nadelförmige Krystalle eines wasserhaltigen Kaliumquecksilberjodids aus, welcher Niederschlag entweder mit ein paar Tropfen gelöst oder, wenn genug dichte Lösung vorhanden ist, abfiltrirt werden kann. Das abfiltrirte Salz löst man in Wasser und dampft es neuerdings mit neuverfertigter Lösung zur gewünschten Dichte ein. Hat man zu viel Jodkalium genommen, so scheiden sich an der Oberfläche die Krystalle desselben von der Combination $\infty O \infty \cdot O$ aus, bei Ueberschuß von Jodquecksilber hingegen bildet sich ein dichter Filz gelber Nädelchen, die beim Lösen in Wasser unter Abscheidung eines rothen krystallinen Pulvers von $Hg J_2$ zersetzt werden, sich aber in einer Jodkaliumlösung leicht und ohne Zersetzung lösen. Auch die concentrirte Lösung wird manchmal durch Wasser unter Abscheidung des rothen Pulvers zersetzt; dieses löst sich aber wieder beim Schütteln der Lösung. Das specifische Gewicht der Lösung ändert sich bei längerem Stehenlassen; es hängt ab von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft; auch wird die Lösung durch organische Substanzen, so auch durch Filtrirpapier zersetzt.

Das durch Concentration der Lösung höchst erreichbare specifische Gewicht ist 3,196 (Goldschmidt).

Bestimmung des specifischen Gewichtes von Mineralien und Gesteinen mit der Lösung. Man kann mit der Lösung das specifische Gewicht von allen denjenigen Mineralien, die ein solches unter 3,196 besitzen, leicht auf folgende Weise bestimmen. Man gibt das Mineral- oder Gesteinsstückchen in ein mit der schweren Kaliumquecksilberjodidlösung gefülltes schlankes Becherglas, nachdem man ersteres zuvor mit destillirtem Wasser ausgekocht und getrocknet hat, und verdünnt die Lösung unter beständigem Umrühren mit einem Glasstabe mit destillirtem Wasser oder sehr verdünnter Lösung so lange, bis das Mineralstückchen in derselben vollkommen suspendirt ist, weder steigt noch sinkt. Dann gießt man die Lösung in ein genau kalibrirtes 25 ccm-Kölbchen, füllt dasselbe genau bis zur Marke, wobei man am besten auf den unteren Theil des Flüssigkeitsmeniskus einstellt. Die überflüssige Lösung wird mittels einer Capillarpipette oder mit Filtrirpapier entfernt. Man wiegt dann das mit Lösung gefüllte und gereinigte Kölbchen, gießt die Lösung wieder in das Becherglas und beobachtet, ob das Mineralkörnchen noch suspendirt ist, gießt dann wieder in das Kölbchen bis zur Marke, wiegt dann neuerdings und ebenso zum dritten Male. Aus diesen drei Wägungen wird dann das Mittel gezogen. Die Wägungen brauchen nicht überaus (auf einige Milligramme) genau zu sein, sie schwanken oft zwischen 20—40 Milligrammen; der Fehler wird aber durch die

dreifache Wägung gelindert und es können specifische Gewichtsbestimmungen bis zur dritten Decimale genau auf diese Weise ausgeführt werden, z. B. Quarz + 25 ccm-Kölbchen,

1. Wägung	=	77,981
2. -	=	77,919
3. -	=	77,973
Mittel	=	77,957
— Kölbchen	=	11,682
		66,275 : 25 = spec. Gewicht 2,651.

Noch schneller und ebenso genau können solche jedoch mit der nach dem Principe der Mohr'schen von G. Westphal in Celle construirten Wage (Preis 45 Mark) gemacht werden, wobei nach einmaliger Wägung, und zwar mit Gewichten in Reiterform, das specifische Gewicht direct am Wagebalken abgelesen wird.

Hierbei ist zu bemerken, daß specifische Gewichtsbestimmungen an Mineralpulver mit der Lösung nicht vorgenommen werden können, und daß bekanntermaßen Zersetzung und Einschlüsse das specifische Gewicht der Mineralien herabdrücken oder erhöhen.

Trennung der Gesteinsgemengtheile mittels der Lösung. Um die Gemengtheile eines Gesteines von einander zu trennen, muß dasselbe, nach vorhergegangener Orientirung über die mineralogische Zusammensetzung durch Untersuchung eines Dünnschliffes, gepulvert werden. Das Pulver wird dann durch verschieden großmaschige Siebe gesiebt und derjenige Theil zur Trennung verwendet, von dem man sich durch mikroskopische Untersuchung überzeugt hat, daß die Körner homogen sind, d. h. nicht mehrere Mineralien noch aneinander haften. Das feinste mehlartige Pulver ist zur Trennung nicht verwendbar, da es sich mit der syrupartigen Lösung zu einem dicken Brei versetzt; es können demnach mit dieser Methode die winzigen Mineralpartikelchen, Körnchen oder Kryställchen, welche meist die Grundmasse mikrokrystalliner oder porphyrischer Gesteine zusammensetzen, nicht getrennt werden.

Ist das Gestein sehr grobkörnig, so ist es gut, wenn man Mineralien, die bereits mit der Loupe bestimmbar sind, ausklaubt und gesondert mit der Lösung trennt, so z. B. die weißen Feldspäthe oder die schwarzen Bisilicate. Glimmer kann durch Gleitenlassen des Pulvers auf rauhem Papier rein erhalten werden.

Das solchermaßen vorbereitete körnige Pulver wird nun in den mit Kaliumquecksilberjodidlösung vom höchst erreichbaren specifischen Gewichte erfüllten Apparat gegeben.

Apparate. — Als der einfachste und als ein überaus brauchbarer Apparat ist ein gewöhnlicher großer, gläserner Scheidetrichter oder das von

T. Harada vorgeschlagene birnförmige Gefäß, das oben durch einen Glasstöpsel verschließbar ist und unten in eine enge Ausflußröhre endigt, die wieder vermittelst eines Glashahnes geschlossen wird (Fig. 40), anzuempfehlen. Man rührt, nachdem das Pulver bereits in die Lösung eingetragen ist, gut mit einem dünnen Glasstabe und läßt dann ruhig absetzen; die Mineralien, die ein höheres specifisches Gewicht als das der Lösung besitzen, werden sofort zu Boden sinken und, nachdem sich die Lösung geklärt hat, durch vorsichtiges Oeffnen des im Trichter angebrachten Glashahnes zuerst abgeschieden.

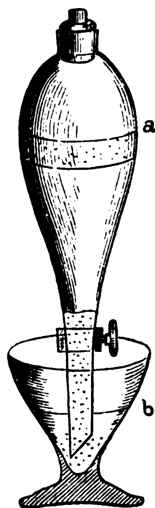


Fig. 40.
Harada'scher Trennungsapparat.

Man verdünnt nun die Kaliumquecksilberjodidlösung durch tropfenweises Zusetzen von destillirtem Wasser unter beständigem Umrühren mit dem Glasstabe, wobei zu beachten ist, daß nicht zu viel Gesteinspulver auf den Wänden des Trichters oder auf dem Glasstabe selbst kleben bleibt, so lange, bis wieder ein Theil der Körnchen sich entweder in der Lösung suspendirt zeigt, oder bereits zu Boden fällt.

Um nun das specifische Gewicht der Lösung, resp. der jetzt ausgefallenen Mineralkörnchen eruiren zu können, macht man entweder eine directe specifische Gewichtsbestimmung vermittelst der Mohr-Westphalschen Wage, wobei man in die Lösung eine kleine und weite Glasröhre gibt und den Senkkörper der Wage in diese einführt, damit nicht zu viel Gesteinspulver durch Ankleben verloren geht, oder man bedient sich der sogenannten Indicatoren. Als solche verwendet man eine Reihe von größeren Mineralkörnchen von verschiedenem, zwischen 1—3,2 liegendem specifischen Gewichte; das specifische Gewicht der Mineral-Indicatoren muß früher nach angegebener Weise genau bestimmt und auch eine größere Anzahl solcher Indicatoren, besonders vom specifischen Gewichte 2—3,2, vorhanden sein. Man kann dann, bei Anwendung von mehreren, nach der durch die mikroskopische Untersuchung eruirten mineralogischen Zusammensetzung des Gesteins ausgewählten Indicatoren, leicht so ziemlich genau das specifische Gewicht der Lösung bestimmen.

Nach Abscheidung des zu Boden gefallenen Pulvers wird die Lösung weiter verdünnt, bis wieder ein Theil ausfällt und so fort. Die getrennten Pulver werden gut mit destillirtem Wasser ausgewaschen; das Waschwasser kann mit der verdünnten Lösung wieder auf dem Wasserbade zur größten Dichte eingedampft werden.

Man kann so das Gesteinspulver in Partien von verschiedenem bekannten specifischen Gewichte zerfällen, welche theils vollkommen rein,

d. h. nur aus Körnern ein und desselben Minerals bestehen oder, wenn das Gestein zu gröblich gepulvert wurde, Verunreinigungen in Folge Verwachsung mehrerer Mineralien, sogenannte Zwischenproducte zeigen. Im letzteren Falle müssen diese Theile noch feiner gepulvert und neuerdings getrennt werden.

Beispiel: Tonalit. Die mikroskopische Untersuchung dieses grobkörnigen Gesteins ergab als Gemengtheile: vorherrschend Plagioklas, selten Orthoklas, viel Quarz, grüne Hornblende, braunen Biotit und accessorisch Magnet- und Titaneisen und Granat.

Zuerst wird der Biotit auf rauhem Papier abgeschlämmt und so sehr rein erhalten, dann das ohnehin sehr seltene Magneteisen vermittelst eines gewöhnlichen Magneten aus dem Pulver ausgezogen. Das übrige Pulver wird nun in die Lösung gebracht; es werden dann sofort der Granat mit dem Titaneisen zu Boden fallen.

Als Indicatoren können noch Hornblende und Orthoklasstückchen, allenfalls noch Quarz in die Lösung gebracht werden, da die Werthe der specifischen Gewichte der zu trennenden Mineralien zwischen denen dieser beiden liegen. Beim langsamen Verdünnen der Kaliumquecksilberjodidlösung wird zuerst die Hornblende ausfallen und nur weißes Pulver übrig bleiben; von diesem wird wieder zuerst der Plagioklas ausfallen, später der Quarz, und schließlich der spärlich vorhandene Orthoklas.

Hat man das specifische Gewicht der Lösung bestimmt, als der Plagioklas in derselben suspendirt war, und dasselbe in diesem Falle gleich 2,67 gefunden, so deutet schon dieser Werth darauf hin, daß der Plagioklas ein Andesin ist.

Aus den getrennten Mineralpartien kann man schließlich noch an ausgelesenen Spaltblättchen von Andesin und Hornblende optische Untersuchungen vornehmen und den Plagioklas, nachdem man sich von der Reinheit des Pulvers überzeugt hat, der quantitativen chemischen Analyse unterziehen.

Vorsichtsmaßregeln beim Arbeiten mit der Kaliumquecksilberjodidlösung: 1) Muß man sich hüten vor zu großem Verluste an Lösung, da dieselbe theuer zu stehen kommt. Man sammelt daher alle irgendwie verstreuten Tropfen und die Reste, spült den Apparat nach dem Gebrauche mit Wasser aus etc. und dampft dann diese verdünnte Lösung wieder ein. 2) Ist die Lösung sehr giftig und greift die Haut an.

Regeneration der Lösung. Bei längerem Gebrauche färbt sich die Lösung dunkel- bis rothbraun durch ausgeschiedenes freies Jod. Dasselbe wird nach dem Vorschlage L. v. Werveke's durch Zugabe von Quecksilber und Schütteln der Lösung in der Kälte, oder noch besser bei der Concentration der Lösung über dem Wasserbade durch beständiges Umrühren und Zertheilen des Quecksilbers entfernt. Die Lösung wird wieder honiggelb

und kann unbeschadet wieder auf ihr höchstes specifisches Gewicht gebracht werden. Das freie Jod verbindet sich hierbei mit Quecksilber zu Quecksilberjodür, welches sich in Form eines schmutziggrünlichen Staubes auf den Quecksilberkügelchen absetzt und bei Concentration der Lösung wieder in Quecksilber und Quecksilberjodid umsetzt, wobei letzteres wieder von dem überschüssigen Jodkalium, welcher Ueberschuß die Ausscheidung des Jods veranlaßt, gelöst wird.

2. Die Klein'sche Lösung.

Die von D. Klein zur Trennung der gesteinsbildenden Mineralien vorgeschlagene Lösung von borowolframsaurem Cadmium ($9\,WO_3 \cdot B_2O_3 \cdot 2\,CdO$, $2\,H_2O + 16$ aqu.) ist, obwohl die Darstellung derselben viel complicirter ist, der Kaliumquecksilberjodidlösung jedenfalls vorzuziehen, da dieselbe in Folge des erreichbaren hohen specifischen Gewichtes von 3,6 fast alle gesteinsbildenden Mineralien von einander zu trennen gestattet, während mit der Kaliumquecksilberjodidlösung viele, und gerade die wichtigsten derselben, wie Augite, Hornblenden, Olivin etc., deren specifisches Gewicht über 3,19 liegt, nicht getrennt werden können.

Der Vorgang bei der Trennung mit der Klein'schen Lösung, der Apparat etc. ist ganz derselbe, wie der für die Kaliumquecksilberjodidlösung angeführte, nur ist zu bemerken, daß Carbonate, wie Calcit etc., früher aus dem Gesteinspulver mit Säuren entfernt werden müssen, da sie die Lösung zersetzen. Ebenso muß der Apparat, Scheidetrichter oder Harada's Gefäß, wenn man die Lösung vom specifischen Gewichte 3,5—3,6 erhalten will, mit einer Hülle von heißem Wasser oder dergl. umgeben werden, da das Salz in diesem Falle bei 75° zum Schmelzen gebracht werden muß.

Die Herstellung der Lösung ist folgende: Man stellt sich zuerst eine Lösung von Na_2W_4 in 5 Theilen H_2O her und kocht dieselbe mit 1,5 Theilen $B(OH)_3$ so lange, bis letzteres vollkommen gelöst ist. Beim Abkühlen und Rühren der Lösung scheiden sich Borax und Natriumpolyborate aus, die entfernt werden müssen. Die abgeschüttete Lösung wird weiter eingedampft und so lange immer die ausgeschiedenen Krystalle entfernt, bis Glas auf der Lösung schwimmt. Zu der kochenden Lösung gibt man dann ebenfalls kochendes $Ba\,Cl$ (1 Theil $Ba\,Cl$ auf 3 Theile Na_2W_4). Es bildet sich nun ein dichter weißer Niederschlag, der abfiltrirt, gut ausgewaschen und mit heißem, HCl-haltigen (1 Theil HCl vom specifischen Gewichte 1,18 auf 10 Theile H_2O) H_2O gelöst wird. Man gibt zu dieser Lösung noch HCl in Ueberschuß zu und dampft bis zum Trocknen ein, wobei sich H_2W_4 ausscheidet. Die trockene Masse wird wieder mit heißem H_2O gelöst, kocht dann circa 2 Stunden lang unter mehrmaligem Zusatze vom

H_2O und filtrirt die H_2W_4 ab. Aus dieser concentrirten Lösung scheiden sich tetragonale Krystalle der Verbindung $9W_3$, B_2O_3, $2BaO$, $2H_2O$ + 19 aqu. aus, welche durch Umkrystallisiren gereinigt werden. Setzt man dann zur kochenden Lösung dieser Krystalle $CdSO_4$, so entsteht durch gegenseitige Zersetzung das oben erwähnte Cadmiumborotungstat $9W_3$, B_2O_3, $2CdO$, $2H_2O$ + 16 aqu.; das $BaSO_4$ wird abfiltrirt.

Das Cadmiumborotungstat löst sich in weniger als $\frac{1}{10}$ seines Gewichtes Wasser und krystallisirt beim Verdunsten und Abkühlen der auf dem Wasserbade eingedampften Lösung aus; es hat die Lösung dieser Krystalle bei 15° das specifische Gewicht 3,28.

Das Eindampfen der Lösung geschieht immer auf dem Wasserbade; will man das specifische Gewicht 3,6 erzielen, so wird die Lösung so lange eingedampft, bis Olivin darauf schwimmt, und dann 24 Stunden abgekühlt. Es scheiden sich dann wieder krystalline Massen ab, die man aus der Lösung nimmt, reinigt und bei 75° über dem Wasserbade oder in dem durch heißes Wasser erhitzten Trennungsapparate zum Schmelzen bringt. In dieser geschmolzenen Masse schwimmt Spinell.

Man kann übrigens auch bereits fertige Lösung des Cadmiumborotungstates vom specifischen Gewichte 3,28 aus einer chemischen Fabrik beziehen.

Die Lösung hat außer dem höheren specifischen Gewichte vor der Kaliumquecksilberjodidlösung noch den weiteren Vortheil, daß sie nicht wie diese giftig und auf die Haut corrodirend wirkt und auch in ihrer Dichte constant bleibt; allerdings verursachen Carbonate und metallisches Eisen eine Zersetzung der Cadmiumborotungstatlösung.

3. Die Rohrbach'sche Baryumquecksilberjodidlösung.

Diese eignet sich in noch höherem Grade zur Trennung als die Klein-sche Lösung. Das specifische Gewicht der concentrirten Baryumquecksilberjodidlösung ist fast gleich dem der Klein'schen, die Herstellung aber keine so complicirte wie bei dieser; schließlich findet auch durch Carbonate keine Zersetzung statt.

Die Baryumquecksilberjodidlösung wird auf folgende Weise dargestellt. Man wägt 100 Theile Jodbaryum und 130 Theile Jodquecksilber möglichst rasch ab und gibt beide Pulver in ein trockenes Kölbchen, schüttelt dasselbe gut durch, löst in diesem mit circa 20 kcm Wasser und stellt das Kölbchen auf ein circa auf 200° erhitztes Oelbad. Die Auflösung wird durch Quirlen mit einem unten kurz umgebogenen Glasstabe beschleunigt. Ist alles gelöst, so läßt man etwas sieden, gießt dann die Lösung in ein Wasserbad und dampft sie darin so lange ein,

bis ein Epidotstückchen schwimmt. Beim Erkaltenlassen dieser Lösung nimmt das specifische Gewicht noch mehr zu, so daß Olivin schwimmt; es scheidet sich aber ein gelbes Doppelsalz ab, welches man am Boden eines schlanken Becherglases absitzen läßt und nach längerem Stehen durch vorsichtiges Abgießen der Lösung von derselben trennt. Filtriren ist nicht anzurathen, da das Papierfilter unbrauchbar wird. Die Lösung erreicht so ein specifisches Gewicht von 3,575—3,588.

Das Arbeiten mit dieser Lösung ist ganz das gleiche, wie mit der Kaliumquecksilberjodidlösung, nur darf die Baryumquecksilberjodidlösung nicht mit Wasser, sondern immer mit verdünnter Lösung verdünnt werden. Letztere stellt man sich auf einfache Weise so her, daß man in einem Bechergläschen über die concentrirte Lösung eine Schicht Wasser gibt und ruhig circa 24 Stunden stehen läßt, wobei die Vermengung durch Diffusion stattfindet. Beim Vermischen mit Wasser scheidet sich sonst gewöhnlich rothes Quecksilberjodid ab. Das zu trennende Pulver muß vollkommen trocken sein, zum Auswaschen soll zuerst etwas Jodkalium verwendet werden, das etwa ausfallendes Jod wieder löst.

Rohrbach schlägt auch vor, zuerst die Trennung bis zum specifischen Gewichte 3,1 mit der Kaliumquecksilberjodidlösung und dann erst die weitere Trennung der schwereren Mineralien vom specifischen Gewichte 3,1—3,58 mit der Baryumquecksilberjodidlösung vorzunehmen; auch sind stets geschlossene Trennungsapparate, wie der Harada'sche z. B. anzurathen. Bei längerem (monatelangem) Stehenlassen der concentrirten Lösung wird dieselbe specifisch leichter, indem Jodquecksilber sich ausscheidet, und ist daher zur Trennung der Mineralien vom specifischen Gewichte 3,2—3,6 nicht mehr brauchbar.

4. Trennungsmethoden, basirend auf der verschiedenen Angreifbarkeit der Mineralien durch Säuren.

Zirkel und Rosenbusch, l. c.

F. Fouqué et Michel Lévy. Minéralogie micrographique. Paris, 1879, p. 116.

F. Fouqué. Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin. Mém. savants étrangères de l'Académie des sciences. Paris, XXII. p. 11, und Compt. rend. 1874, p. 869.

K. Oebbeke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881, I. Beilagebd. p. 455.

A. Cathrein. Ebenda, 1881. I. Bd. p. 172.

Schon früher wurde erwähnt, daß man in vielen Fällen durch einfache Behandlung des Gesteinspulvers mit verschiedenen Säuren einen Anhaltspunkt zur genaueren Bestimmung vieler Mineralien gewinnen kann. Zu diesem Behufe untersucht man zuerst einen Dünnschliff des Gesteins, um sich über die mineralogische Zusammensetzung einigermaßen zu orientiren;

dann pulvert man eine kleine Partie des Gesteins, einige Gramme, fein, und behandelt dieses zuerst in einem Becherglase mit concentrirter heißer Salzsäure, beobachtet hierbei, ob eine Gasentwickelung stattfindet oder sich ein Niederschlag bildet, resp. Schwefel- oder Kieselsäure abscheidet. Man läßt gewöhnlich einige Stunden das Pulver der Einwirkung der Salzsäure ausgesetzt sein; sodann wird filtrirt und der auf dem Filter gebliebene pulverige Rückstand zuerst von dem allfällig abgeschiedenen Schwefel durch Lösen in Schwefelkohlenstoff oder Aether etc., oder Kieselsäurepulver durch Behandlung mit einer Lösung von kohlensaurem Natron befreit, ausgewaschen, getrocknet und in Canadabalsam eingerührt, schließlich auf einem Objectträger behufs mikroskopischer Untersuchung präparirt. Hat man sich durch diese überzeugt, daß sich das eine oder das andere der gesteinsbildenden Mineralien gelöst hat, so nimmt man dann im Filtrate die gewöhnliche qualitative chemische Probe vor.

Von den gesteinsbildenden Mineralien sind folgende in Salzsäure löslich:

I. Löslich ohne Gasentwickelung oder Bildung eines Niederschlages:
   Magneteisen, Eisenglanz, Titanmagneteisen (schwer l.), Apatit (P_2O_5).

II. Löslich mit Entwickelung von CO_2:
   Calcit und Aragonit (*Ca*), Dolomit (*Ca Mg*), Magnesit (*Mg*; schwer l.), Siderit (*Fe*).

III. Löslich mit Abscheidung von *S*:
   Magnetkies, Eisenkies (schwer l.).

IV. Löslich mit Abscheidung von pulveriger SiO_2:
   Leucit (*K*), Mejonit (*Ca*) und Skapolith (*Ca Na*), Labradorit und Bytownit (schwerer l.; *Ca Na*), Anorthit (*Ca*).

V. Löslich mit Abscheidung gelatinöser SiO_2:
   Sodalith (*Cl*), Hauyn und Nosean (SO_3), Nephelin (*Na*), Wollastonit (*Ca*), Olivin (*Mg*), Melilith (*Ca*), fast alle Zeolithe, Serpentin, dann Chlorit und Epidot (schwer l.).

Genaue Bestimmungen lassen sich mit dieser Methode nicht ausführen, um so weniger, da viele Mineralien, und zwar gerade die häufigsten Silicate, ähnliche chemische Zusammensetzung haben, wie z. B. Skapolith oder Mejonit mit den dem Anorthit nahestehenden Plagioklasen. Leichter werden Mineralien, wie die Carbonate, Apatit oder Sodalith, nachzuweisen sein, da es für diese sehr charakteristische Reaction gibt. Da die Löslichkeit der Mineralien von der Korngröße, Temperatur, Dauer der Einwirkung und dem Concentrationsgrade der Säure abhängt, so ließen sich genauere Trennungs- resp. Bestimmungsresultate erzielen, wenn man mit Salzsäure in verschiedenen Concentrationsgraden operirt; leider liegen in dieser Richtung keine eingehenderen systematischen Versuche vor. Es ließe sich dann

beispielsweise in einem Nephelinbasalte durch Behandlung mit Salzsäure der Nephelin und der Olivin separat trennen.

Eine weitere Trennungsmethode rührt von Fouqué her und beruht auf der Anwendung der Flußsäure in verschiedenen Concentrationsgraden.

Man gibt in eine Platinschale reine concentrirte Flußsäure, gießt das Gesteinspulver, circa 30 g, langsam in dieselbe hinein und rührt mit einem Platinspatel herum. Es werden fast alle Mineralien, mit Ausnahme der *Fe-Mg*-haltigen gelöst; hierbei entstehen Fluorüre und Fluosilicate, und die Kieselsäure und Thonerde bilden ein dickes Gelée. Je nach der Dauer der Einwirkung der Säure kann man die verschiedenen Mineralien trennen; zuerst werden zersetzt die amorphen Mineralien, dann die Feldspäthe, dann der Quarz, schließlich die Eisensilicate und das Magneteisen. Hat man die Lösung des einen Minerals beobachtet und will man die Einwirkung unterbrechen, so gießt man einen starken, feinen Wasserstrahl in die Schale und verdünnt die Säure so weit, daß sie die Mineralien nicht mehr angreifen kann, zerdrückt die Gelatinmasse und wäscht mit Wasser aus; das unangegriffene Mineral bleibt am Boden des Gefäßes. Man kann so z. B. den Feldspath von Glasmasse, oder Augit und Hornblende von den übrigen Gemengtheilen trennen.

5. Trennung der Gesteinsgemengtheile vermittelst des Elektromagneten.

F. Fouqué. Santorin. Paris, 1879.
F. Fouqué. Mém. Acad. des sciences, 1874, XXII, No. 11.
C. Doelter. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. LXXXV. Bd. I. Abth., 1882. p. 47 und 442.
C. Doelter. Die Vulcane der Capverden. Graz, 1882.

Wie erwähnt, wird schon seit langer Zeit die Extraction des Magneteisens aus dem Gesteinspulver vermittelst einer gewöhnlichen starken Magnetnadel bewerkstelligt; zur Trennung der eisenhaltigen Mineralien von den eisenfreien bedient man sich seit neuester Zeit des Elektromagneten.

Fouqué gebührt das Verdienst, auf die Verwendbarkeit desselben bei petrographischen Untersuchungen, insbesondere bei der mechanischen Analyse der Gesteine gebührend aufmerksam gemacht zu haben.

Eine Trennung der Gemengtheile eines Gesteins bei alleiniger Anwendung des Elektromagneten ist nicht möglich, man muß sich immer mehrerer Methoden zugleich bedienen, um die Mineralien möglichst rein getrennt zu erhalten. Man wird deshalb mit Vortheil zuerst immer die Jodkalium-Jodquecksilber-, dann die Klein'sche oder die Jodbaryum-Jodquecksilber-Lösung

anwenden und dann erst die vermittelst dieser Lösungen getrennten Mineralpartien mit dem Elektromagneten vollständig reinigen. Hatte man z. B. die Gemengtheile eines Phonoliths, Magnetit, Sanidin, Nephelin, Augit zu trennen, so zieht man zuerst den Magnetit mit der Magnetnadel aus, trennt von dem Reste Sanidin und Nephelin von Augit vermittelst der Kaliumquecksilberjodidlösung vom specifischen Gewichte circa 3, wobei man die Augite sehr rein erhält.

Den Sanidin und Nephelin kann man nun vermittelst des Elektromagneten reinigen und Nephelin von Sanidin von etwa mit ausgefallenem Augit wieder mittels Kaliumquecksilberjodidlösung trennen oder den Nephelin mit Salzsäure lösen.

Will man hingegen beispielsweise die Gemengtheile eines glasigen Augitandesites trennen, so kann man die glasige Basis durch Flußsäure entfernen und den Augit vom Plagioklas vermittelst des Elektromagneten trennen, die Plagioklase, falls mehrere Arten solcher vorhanden sind, wird man wieder mit Hilfe der Kaliumquecksilberjodidlösung sondern.

Bei Anwendung des Elektromagneten muß das Pulver stets trocken und vom feinsten Staube frei sein; die Größe des Kornes hängt von der Dichte des Gesteines ab.

Sind mehrere eisenhaltige Mineralarten in dem zu untersuchenden Gesteine vorhanden, wie beispielweise Magneteisen, Titaneisen, Augit, Biotit, Olivin und dergl., so lassen sie sich von einander mit dem Elektromagneten bei Anwendung verschieden starker Ströme trennen. Man operirt zuerst mit 2, dann 4, 6, 8 bis zu 10 Elementen; die Reihenfolge der Mineralien nach ihrer Attractionsfähigkeit ist nach den Versuchen Doelter's folgende:

Magnetit,
Hämatit, Ilmenit,
Chromit, Siderit, Almandin,
Hedenbergit, Ankerit, Limonit,
Eisenreiche Augite, Pleonast, Arfvedsonit,
Hornblende, lichtgefärbte Augite, Epidote, Pyrop.
Turmalin, Bronzit, Idokras,
Staurolith, Aktinolith,
Olivin, Pyrit, Kupferkies,
Biotit, Chlorit, Rutil,
Hauyn, Diopsid, Muscowit,
Nephelin, Leucit, Dolomit.

Doelter gibt auch eine Beschreibung eines zu solchen Trennungen passenden Apparates, an welchem man die Distanz zwischen dem auf einer Glasplatte liegenden Pulver und den hakenförmig gekrümmten Polen des

hufeisenförmigen Elektromagneten messen kann, und räth, für jeden Apparat bei verschieden starken Strömen sich früher eine Skala von Mineralien, deren Eisengehalt bekannt ist, analog den Indicatoren bei der Trennung mit specifisch schweren Lösungen herzustellen, um die Attractionsfähigkeit bei verschiedener Stromstärke zu ermitteln. Die Korngröße der zu trennenden Mineralien soll zwischen 0,14—0,18 mm schwanken; v. Pebal gibt an, daß die Anwendung von im Wasser suspendirtem Pulver der des trockenen vorzuziehen sei.

D. Erläuterungen zu den Tafeln, die morphologischen Eigenschaften der gesteinsbildenden Mineralien betreffend.

Zirkel. Mikr. Beschaff. d. Min. u. Gesteine. Leipzig, 1873.
Rosenbusch. Mikr. Physiogr. d. petrogr. wicht. Miner. Stuttgart, 1873.
E. Cohen. Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopischen Structur von Mineralien und Gesteinen. Stuttgart, 1883.
Fouqué et Michel Lévy. Minéralogie micrographique. Paris, 1879.
Thoulet. Contributions à l'étude des propriétés physiques et chimiques des minéraux microscopiques. Paris, 1880.

I. Art des Vorkommens der Gesteinsgemengtheile.

Die mineralischen Gemengtheile eines Gesteines kommen entweder in vollständig, oft modellscharf ausgebildeten Krystallen, in Krystallkörnern oder in Form von Mikrolithen oder Krystalliten vor.

Höchst selten sind jedoch die in Gesteinen auftretenden Krystalle so groß, daß man das Krystallsystem des betreffenden Minerals durch die makroskopische Untersuchung, durch Winkelmessungen, allein schon bestimmen kann. Man muß sich deshalb, um die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins bestimmen zu können, einen Dünnschliff verfertigen, und hat dann die Gemengtheile, die in der oben erwähnten Form auftreten, in Schnitten nach allen möglichen Richtungen vor sich. In diesem Falle ist die Bestimmung der Krystallform resp. des Krystallsystemes bedeutend erschwert, und eine solche bloß nach der Art der Durchschnitte unmöglich gemacht; durch geschickte Combination der Durchschnittsformen mit den optischen Eigenschaften, der Spaltbarkeit und endlich durch Winkelmessungen kann man jedoch in den meisten Fällen bestimmen, welchem Krystallsysteme das untersuchte Mineral angehört. Hätte man z. B. ein Mineral vor sich, dessen Durchschnitte einestheils Octogone, mit fast rechtwinkeliger Spaltbarkeit, anderntheils langgezogene Recht- oder Sechsecke mit der Längsaxe parallelen Spaltrissen sind, so könnte das Mineral eben so gut dem tetragonalen, wie dem rhombischen oder monoklinen Krystallsystem angehören;

man muß deshalb die Durchschnitte im parallel-polarisirten und convergent-polarisirten Lichte untersuchen. Die Form der Durchschnitte weist schon darauf hin, daß das Mineral in langen, achtseitigen Prismen auftritt, mit Spaltbarkeit nach einer prismatischen Fläche; die octogonalen Schnitte sind die Querschnitte senkrecht auf die *c*-Axe. Erweisen sich dieselben im parallel-polarisirten Lichte als isotrop, und zeigen sie im convergent-polarisirten Lichte ein fixes Axenkreuz, so ist das Mineral tetragonal, etwa der Mejonitgruppe angehörig; sind dagegen die Querschnitte wie die Längsschnitte anisotrop, und zeigt sich im convergent-polarisirten Lichte Austritt einer Mittellinie, so rhombisch, und, wenn endlich Austritt einer optischen Axe sichtbar ist, so monoklin, und es gehört das Mineral beispielsweise der Augitgruppe an.

Durch Winkelmessungen kann man im letzteren Falle noch bestimmen, welche Flächen dem Prisma ∞P und den Pinakoiden angehören, und welchen Flächen parallel die Spaltrisse verlaufen.

Bei Messung des Spaltungswinkels ist immer die Richtung des Schnittes zu berücksichtigen, da je nach der Neigung des Schnittes zur Haupt- oder Verticalaxe der Werth für den Spaltungswinkel in weiten Grenzen schwankt. Man kann also beispielsweise Augit von Hornblende nicht durch Bestimmung des Spaltungswinkels allein von einander unterscheiden, da Augitprismen, schief zur Verticalaxe, in der Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$ im Sinne von $- 2 \bar{P} \infty$ unter einer Neigung von 40° gegen die Verticalaxe geschnittten, einen Spaltungswinkel von 124°2′ zeigen werden, welcher Winkel sehr nahe dem kommt, welchen genau senkrecht auf die Verticalaxe geschnittene Hornblendeprismen zeigen würden.

Thoulet (l. c. p. 28) hat die Werthe für die Spaltungswinkel von Augit, Hornblende, Orthoklas und Labrador je nach der Richtung des Schnittes und nach der Größe der Neigung desselben gegen die Verticalaxe bestimmt; im Folgenden sollen diese Bestimmungen für die ersteren zwei Mineralien in tabellarischer Uebersicht wiedergegeben werden.

Der prismatische

Augit:			
Bei einer Neigung des Schnittes gegen oP von:	Zone $oP : \infty \grave{P} \infty$ Schnitt im Sinne von $m\grave{P}\infty$	Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$ Schnitt im Sinne von	
		$+ m\bar{P}\infty$	$- m\bar{P}\infty$
0° 0′	84°49′18″; $\Vert oP$	95°11′; $\Vert oP$	95°11′; $\Vert oP$
5	85 3	94 0	96 50
10	85 45	92 46	99 0
15	85 59	92 56	101 40
20	88 38	93 4	104 54
25	90 51 ; $\Vert \grave{P}\infty$	93 38	108 42 ; $\Vert - \bar{P}\infty$
30	93 40	94 38 ; $\Vert \bar{P}\infty$	113 8
35	97 5	96 8	118 14
40	101 9	98 4	124 2
45	105 55	100 32	130 32
50	111 27	103 32	137 44
55	117 45	105 50	145 38
60	124 50	111 18	154 6
65	132 41	116 6	163 6
70	141 14	121 38	172 24
73 59			180 ; $\Vert \infty \bar{P} \infty$
75	150 22	127 50	
75 2			
80	159 59	134 46	
85	169 55	142 24	
90	180 ; $\Vert \infty \grave{P} \infty$	150 38	
95		159 26	
100		168 40	
104 58			
105		178 6	
106 1		180 ; $\Vert \infty \bar{P} \infty$	

Es ist also beispielsweise durch Beobachtung eines einzigen Durchschnittes mit fast rechtwinkliger Spaltbarkeit nicht möglich mit Sicherheit zu bestimmen, ob das beobachtete monokline grüne oder braune Mineral Augit oder Hornblende ist. Ebenso wenig ist dies der Fall durch bloße

Spaltungswinkel von

Hornblende:		
Zone $oP : \infty \breve{P} \infty$ Schnitt im Sinne von	Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$ Schnitt im Sinne von	
$m \breve{P} \infty$	$+ m \bar{P} \infty$	$- m \bar{P} \infty$
122°32′20″; ‖ oP	57°27′40″; ‖ oP	57°27′40″; ‖ oP
122 45	56 32	58 48
123 21	56 0	60 36
124 22 ; ‖ $\breve{P} \infty$	55 48	62 52
125 48	56 0	65 44
127 37	56 32	69 18 ; ‖ $-\bar{P} \infty$
129 51	57 28 ; ‖ $\bar{P} \infty$	73 38
132 28	58 48	78 56
135 27	60 36	85 24
138 48	62 54	93 14
142 29	65 46	102 46
146 29	69 20	114 14
150 44	73 40	127 50
155 1	79 0	143 60
159 58	85 28	161 12
164 50	93 20	179 54
		180 ; ‖ $\infty \bar{P} \infty$
169 49	102 52	
174 53	114 20	
180 ; ‖ $\infty \breve{P} \infty$	127 58	
	143 46	
	161 24	
	180 ; ‖ $\infty \bar{P} \infty$	

Constatirung des Pleochroismus oder Fehlen desselben etc.; man ist daher genöthigt, immer eine Reihe von Durchschnitten des betreffenden Minerals zu untersuchen und wird erst dann, wenn mehrere Querschnitte einen 87 resp. 124° nahe kommenden Spaltungswinkel aufweisen, mit größerer

Sicherheit bestimmen können, ob das untersuchte Mineral Augit oder Hornblende ist.

Manchmal weist schon die Form des Krystallumrisses darauf hin, daß und wie stark beiläufig die Schnittrichtung gegen die Verticalaxe geneigt ist; tritt der Gemengtheil in Körnerform auf, so hat man auch dieses Kennzeichen nicht mehr zur Verfügung und die Bestimmung wird noch schwieriger. Auch durch Vergleichung der optischen Verhältnisse (nach Untersuchung im convergent-polarisirten Lichte) kann man die Schnittrichtung beiläufig eruiren.

Auch die bloße Constatirung von gerade auslöschenden Längsschnitten an einem oder wenigen Längsschnitten gibt keinen sicheren Aufschluß, ob das Mineral rhombisch oder monoklin ist, wie z. B. die Bestimmung der Neigung $\mathfrak{c} : c$ zu circa 20° bei Augit und Hornblende. Man muß daher immer möglichst viele Beobachtungen anstellen an optisch-orientirten, im erwähnten Falle am leichtesten an prismatischen Spaltblättchen.

M i k r o s k o p i s c h e   W i n k e l m e s s u n g e n werden mit dem Polarisationsmikroskope auf ähnliche Weise wie die Messungen der Auslöschungsrichtungen ausgeführt. Man centrirt zuerst das Instrument genau, stellt dann mit freier Hand den einen Schenkel des zu messenden Winkels so ein, daß derselbe genau mit einem Arme des Fadenkreuzes zusammenfällt und der Scheitel des Winkels in den Kreuzungspunkt des im Ocular befindlichen Fadenkreuzes gelangt, liest die Stellung des Objecttisches ab, dreht nun den Tisch so lange, bis der zweite Schenkel des Winkels in denselben Arm des Fadenkreuzes fällt, und liest wieder die Grade am Objecttisch ab; die Differenz der beiden am Objecttisch abgelesenen Grade gibt die Größe des zu messenden Winkels an.

Erscheinen die Gesteinsgemengtheile in Körnerform, so wird die Bestimmung derselben bedeutend erschwert, da man aus der Art der Umrisse weder einen Schluß in Bezug auf die Krystallform ziehen noch bestimmen kann, welchen Krystallflächen die Spaltrisse parallel gehen; man ist daher auf die Bestimmung der Farbe, Richtung der Spaltbarkeit und Größe des Spaltungswinkels, wie auch insbesondere auf die optischen Eigenschaften der in Körnern auftretenden Mineralien angewiesen.

Eine andere Ausbildungsart der gesteinsbildenden Mineralien ist die M i k r o l i t h e n f o r m. Mit dem Namen »Mikrolith« bezeichnet E. Cohen alle solche Krystalle, welche sich bei passender Lage, im allgemeinen in horizontaler, bei glimmerartigen in verticaler, im Dünnschliffe in ringsum ausgebildeten Individuen, nicht in Schnitten darstellen, sei es, daß man die Mineralspecies derselben bestimmen kann oder nicht. Vogelsang (Phil. d. Geol. 1867, p. 139) jedoch hat den Namen »Mikrolith« nur für die n a d e l f ö r m i g e n mikroskopischen Mineralgebilde in Vorschlag gebracht; abgesehen davon, ob man bestimmen kann, welchem Mineral der Mikrolith angehört,

oder nicht. Viele gesteinsbildenden Mineralien treten in Mikrolithenform auf, wie Augit, Hornblende, Feldspäthe; in den porphyrischen Gesteinen kommen solche neben größeren Krystallen oder Körnern vor und documentiren so ein von diesen verschiedenes Bildungs- resp. Ausscheidungsstadium. Die großen Krystalle und Körner, die sogenannten Einsprenglinge, wurden früher gebildet (Gemengtheile I. Ordnung) als die, hauptsächlich die Grundmasse der porphyrischen Gesteine zusammensetzenden Mikrolithen (Gemengtheile II. Ordnung) derselben Mineralspecies.

In Mikrolithenform, und fast nur in solcher, treten auf: Sillimanit (vergl. Fig. 71), Rutil, Zirkon, häufig auch Turmalin etc., während andere Mineralien, wie Olivin, Titanit etc. nie oder höchst selten in solchen erscheinen. Ein Uebergangsstadium zu den Mikrolithen, zwischen dem amorphen und krystallinischen Zustand der Mineralien, bilden die Krystallite (Fig. 41), mit welchem Namen Vogelsang alle »anorganischen Producte bezeichnet, in denen man eine regelmäßige Anordnung erkennt, die aber nicht die allgemeinen Charaktere krystallisirter Körper, namentlich nicht polyedrischen Umriß zeigen«; die Krystallite üben auch auf polarisirtes Licht noch keine Wirkung aus.

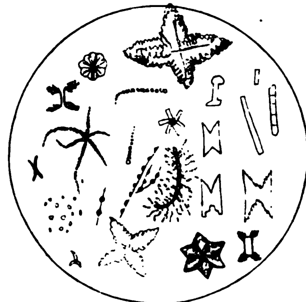


Fig. 41.
Krystallite und Mikrolithe.

Krystallite finden sich häufig in glasigen oder halbglasigen Gesteinen; die einfachste Form derselben sind die Globuliten, als welche überaus winzige, isotrope, meist kugelige Gebilde bezeichnet werden, die sich aus der glasigen Grundmasse solcher Gesteine ausgeschieden haben. Reihen sich mehrere solcher Globuliten kettenförmig aneinander, so entstehen die Margariten; verschmelzen die Glieder dieser kettenförmigen Aggregate von Globuliten mit einander zu einer länglichen Nadel, so werden daraus die Longuliten.

Ein noch näheres Uebergangsstadium zu den Mikrolithen bilden die Krystalloide, »die schon mehr ein einheitliches Ganzes darstellen, auch auf polarisirtes Licht wirken, aber noch nicht wie die Mikrolithen polyedrische Begrenzung zeigen.«



Fig. 42.
Mikrofluctuationsstructur, Belonite und Trichite.

Der Bildungsgang der gesteinsbildenden Mineralien wäre demnach im Großen und Ganzen folgender. Als Urform derselben sind die Krystalliten, und hier wieder als die primitivsten die

Globuliten zu bezeichnen; einen weiteren Fortschritt in der Entwickelung zeigen die Krystalloide, welche den Uebergang zu den Mikrolithen bilden, die sich wieder von den Krystallen nur durch die Größe unterscheiden.

Eine weitere Eintheilung der Krystallite und Krystalloide (von Vogelsang) beruht auf der Pelluciditāt derselben. Die pelluciden kann man als Belonite, die impelluciden als Trichite bezeichnen (Fig. 42).

II. Structur der gesteinsbildenden Mineralien.

Unter den mikroskopischen Structurverhältnissen der Gesteinsgemengtheile sind besonders hervorhebenswerth: 1. die Störungen in der Krystallbildung, 2. Zerstörungen bereits fertiger Krystalle, und 3. der Schalenbau der Krystalle. Störungen in der Krystallbildung sind nicht häufig und zeigen sich einestheils in einer unvollkommenen Ausbildung der Krystalle an einem Ende oder in dem Auftreten vertiefter Flächen, wodurch die Krystalle ein »zerfressenes« Aussehen erlangen; hierher ist dann noch die am Magneteisen häufiger beobachtete Erscheinung zu stellen, daß viele kleine Kryställchen sich höchst regelmäßig in drei aufeinander senkrechten Richtungen, den Axen entsprechend, zu einem skelettartigen Gerippe eines großen Krystalles aggregiren.

An einem Ende unvollkommen ausgebildete Krystalle finden sich z. B. am Eisenglanz, wo die sechsseitigen Täfelchen an einer oder zwei Seiten ausgezackt und gelappt sind, oder an den Krystallen von Hornblende, Augit etc., welche oft an dem einen Ende von mehreren Subindividuen besetzt sind und so ein ruinenartiges Aussehen erlangen.

Krystalle mit in Folge unterbrochener Raumerfüllung vertieften Flächen finden sich manchmal am Olivin, Leucit; kurz es zeigen sich an den aus dem schmelzflüssigen Gesteinsmagma ausgeschiedenen Krystallen dieselben Wachsthumserscheinungen und Störungen, wie sie an den aus Lösungen sich bildenden Krystallen wahrgenommen werden können. Zerstörungen, Zerbrechungen und Verquetschungen bereits fertig gebildeter Krystalle, ähnlich den an makroskopischen Individuen, z. B. Turmalin, Epidot beobachteten, sind häufig an den mikroskopischen Gemengtheilen der jüngeren und glasigen Eruptivgesteine zu beobachten. Solche Zerbrechungen weisen besonders die größeren Mineraleinsprenglinge, die zuerst zur Ausscheidung gelangten Gemengtheile derselben auf und sind eine Folge des Druckes, den das in Bewegung befindliche, flüssige Gesteinsmagma auf die fertig gebildeten Krystalle dann ausübte, wenn durch irgend ein Hinderniß, z. B. einen entgegenstehenden, naheliegenden größeren anderen Krystall in der Fluctuationsgeschwindigkeit des Magmas eine Veränderung hervorgebracht wurde. Oft findet man noch die zu einander passenden

Bruchstücke des Krystalls und den den Bruch verursachenden Krystall oder dergl. nahe beisammen liegen. Am meisten waren solchen Zerbrechungen die dünntafelförmigen und langsäulenförmigen Krystallindividuen ausgesetzt; man findet sie auch deshalb am häufigsten an den Feldspäthen, Augit- und Hornblendekrystallen, während der Glimmer in Folge seiner Elasticität nur Verbiegungen oder Aufblätterung zeigt. Aber auch Quarzkörner und -krystalle zeigen sich oft vollständig in kleine Splitter und Scherben zersprengt.

Anderweitige Veränderungen erlitten die großen Krystalleinsprenglinge durch die kaustische Einwirkung des schmelzflüssigen Magmas; eine solche gibt sich kund in der Corrosion, Abschmelzung und totalen Zerstörung der Krystalle. So zeigen die Einsprenglinge von Quarz in den porphyrischen Eruptivgesteinen vielfach ein buchtenförmiges Eindringen der Grundmasse (Fig. 43), Leucit und Olivin, wie Augitkrystalle und -körner zeigen oft eine angefressene, mit manchmal regelmäßigen Vertiefungen versehene Oberfläche, welche wahrscheinlich ihren Grund in der gleichsam ätzenden Wirkung des Magmas auf die, längere Zeit derselben ausgesetzten Krystalle hat, ähnlich den Lösungsfiguren und -gruben, welche sich manchmal bei den künstlichen Krystallen in Folge Einwirkung der Mutterlauge bilden.



Fig. 43.
Corrodirter Quarzkrystall.
(Nach Fouqué.)

War die Einwirkung des Magmas auf die vorhandenen Krystalle eine intensivere, so trat eine Abschmelzung derselben ein, welche sehr häufig an den Feldspath- oder Augitkrystallen der Eruptivgesteine zu constatiren ist, wobei öfters noch einige Krystallflächen mehr oder minder erhalten bleiben.

Eine weitere merkwürdige Corrosionserscheinung in Folge Einwirkung des Magmas, welche oft an größeren Olivin-, Augit- auch Feldspathkrystallen und Körnern beobachtet werden kann, ist die randliche Auflösung derselben in winzige Körnchen und Kryställchen. Letztere sind wohl wieder neu ausgeschiedene Kryställchen desselben Minerals, während die Körnchen als aufgelöste Partikelchen dieses zu betrachten sind. Solche Veränderungen weisen häufig die Diopsid-, Bronzit- und Olivinkörner der sogenannten Olivinknollen in den Basalten auf. Merkwürdigerweise findet sich eine solche auch am Omphacit der Eklogite, eines Gesteins, welches aber der Entstehung nach zu den krystallinischen Schiefergesteinen gestellt wird.

Eine andere Art von Veränderung, welche ebenfalls der kaustischen

Einwirkung des schmelzflüssigen Magmas zugeschrieben wird und an den eisenreichen Hornblende- und Biotitkrystallen der jüngeren Eruptivgesteine häufig zu beobachten ist, besteht in dem Auftreten eines »opacitischen« Randsaumes (Fig. 44). Die Krystalle sind von einem mehr oder minder breiten, dichten, opaken schwarzen Saum umgeben, der aus überaus winzigen Körnchen einer unbekannten Eisenverbindung, dem sogenannten Opacit, besteht; öfters fiel der ganze Krystall einer solchen pyrogenen Umwandlung anheim und finden sich nur kleine Reste von dem noch frischen braunen Urmineral darin.



Fig. 44. Opacitisch umrandete Hornblende.

Diese Art der opaken Umrindung von Hornblende und Biotit ist nicht zu verwechseln mit der durch hydatogene Zersetzung derselben entstandenen, wobei sich ebenfalls ein solcher Randsaum, nachweisbar aus Magnetit bestehend, bildet; im letzteren Falle sind auch die Hornblendekerne nicht ganz frisch, sondern chloritisch zersetzt, und ist auch die opake Rinde keine so dichte wie bei den pyrogen veränderten Krystallen.

Schließlich wäre noch an dieser Stelle kurz das Vorkommen der sogenannten »Pseudokrystalle« von Hornblende, Augit und Biotit zu besprechen. Es finden sich nämlich in jüngeren Eruptivgesteinen, die diese Mineralgemengtheile führen, Aggregate winziger Augitkörnchen, Feldspathkörner und hauptsächlich Magneteisen oder Eisenglanzblättchen, welche in den Krystallformen der erwähnten Mineralien auftreten; oft zeigt sich noch ein frischer, unregelmäßiger, wie abgeschmolzener Hornblende- resp. Biotit- oder Augitkern im Inneren derselben. Da sich diese Pseudokrystalle auf experimentellem Wege durch Eintauchen und Einlegen von Hornblende- etc. Krystallen in geschmolzene Gesteinsmagmen nachahmen lassen, ist es höchst wahrscheinlich, daß die in den Eruptivgesteinen auftretenden ähnlichen Aggregate durch Einwirkung des schmelzflüssigen Magmas auf unveränderte Hornblende-, Biotit-, Augitkrystalle unter Beibehaltung der Krystallformen derselben entstanden sind.

Schalenförmiger Bau der Krystalle.

Makroskopisch findet sich in vielen Krystallen ein zonaler Aufbau, so beispielsweise am Baryt, Turmalin, Epidot, Granat etc.; der Schalenbau weist auf ein mehrfach unterbrochenes Wachsthum der Krystalle hin, jede Schale oder Schicht entspricht einer Bildungsperiode. Man kann den Schalenbau an künstlichen Krystallen leicht herstellen, wenn man einen Krystall abwechselnd in verschiedene Mutterlaugen legt; z. B. ein Octaëder von Kali-Alaun in eine Chrom-Alaunlösung.

Ebenso findet man einen oft überaus detaillirten schichtenförmigen Aufbau häufig an den mikroskopischen Krystallindividuen, welche als

Gesteinsgemengtheile auftreten; von diesen sind besonders zu nennen: die Feldspäthe, Augit, Hornblende, Melanit, Turmalin, seltener am Epidot, Titanit, Disthen, Andalusit, Korund, Hauyn, Nephelin etc.

Die einzelnen Schichten sind oft überaus zahlreich vorhanden und sehr schmal, und heben sich besonders dann scharf von einander ab, wenn sie verschieden gefärbt sind, was häufig beim Augit (Fig. 45) oder bei der Hornblende der Fall ist, wo bald ein grüner Kern von einer braunen Schale umhüllt ist, oder grüne und braune oder fast farblose Schalen wechsellagern. Beim Melanit wechseln dunkelbraune Schichten mit heller gefärbten ab, beim Andalusit zeigt sich oft ein rother, beim Disthen und Korund ein blauer Kernkrystall von einer farblosen Hülle umgeben.

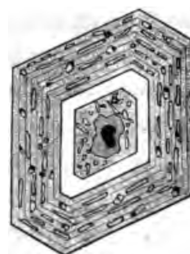


Fig. 45.
Zonal gebauter Augit.
Schnitt || $\infty \mathcal{P} \infty$.

In vielen Fällen tritt der schalenförmige Aufbau der Krystalle besonders deutlich erst im polarisirten Lichte hervor, wie bei den Feldspäthen, Augit und Hornblende, indem die einzelnen Schichten verschiedene Polarisationsfarben zeigen und auch die Auslöschungsrichtungen in denselben ein wenig differiren, was eine Folge der von einander etwas abweichenden chemischen Constitution der einzelnen Schichten zu sein scheint. Die Anwachsstreifen gehen auch ungestört durch die Zwillingsleisten der Feldspäthe etc. hindurch, was beweist, daß der Schichtenbau gleichzeitig mit der Zwillingsbildung stattfand.

Oft sind die einzelnen Schichten durch zwischengelagerte Einschlüsse von Flüssigkeit, Glas oder Mikrolithen schärfer von einander getrennt (Fig. 45); die einzelnen Krystallschalen haben fast durchwegs einen mit dem Kernkrystall parallelen Verlauf. Hin und wieder findet man aber Krystalle, wie besonders beim Feldspath und Augit, wo die Kanten und Ecken des Kernkrystalls bei den Hüllschalen durch Flächen ersetzt wurden.

Wie erwähnt, zeigt sich insbesondere häufig und deutlich ein Aufbau der Krystalle aus optisch verschieden orientirten Zonen bei den Feldspäthen, den Sanidinen sowohl wie bei den Plagioklasen. Bei den letzteren läßt sich oft constatiren, daß der Kernkrystall ein Plagioklas von basischerer Zusammensetzung ist, die Hülle hingegen einem kieselsäure- und natronreicheren angehören. Auf diese Verhältnisse hat zuerst Hoepfner (N. Jahrb. f. Min. u. Geol., 1881, II. p. 883) aufmerksam gemacht, indem er zeigte, daß die Plagioklase des Andesites vom Monte Tajumbina oft aus einem Anorthitkern von Oligoklashüllen umwachsen bestehen. Becke bestätigte diese Beobachtungen an den Feldspäthen der Kersantite des niederösterreichischen Waldviertels (Tscherm. Min. Mitth. 1882, V. p. 161). Der Uebergang von Kern zu Hülle ist ein ganz allmählicher, indem sich Schicht für

Schicht eine immer natronreichere Feldspathsubstanz absetzte. Im Zusammenhange damit steht auch die schon von Rosenbusch gemachte Beobachtung, daß die Zersetzung der Feldspäthe meist vom Centrum aus beginnt, und wird durch die Mittheilungen Hoepfner's und Becke's die von demselben Forscher bereits ausgesprochene Vermuthung, daß der Kern dieser Plagioklase eine basischere Zusammensetzung besitzt und deshalb früher der Verwitterung anheimfällt, bestätigt.

Eine eigenthümliche Art des Schichtaufbaues der Krystalle ist der sogenannte sanduhrförmige Bau, wie er sich nicht selten an dem monoklinen

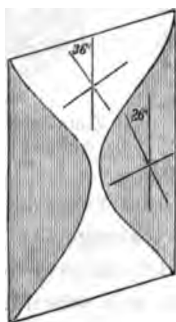


Fig. 46.
Sanduhrförmig gebauter Augit.
Schnitt ∥ ∞ P̶ ∞.
(Nach L. v. Werwecke.)

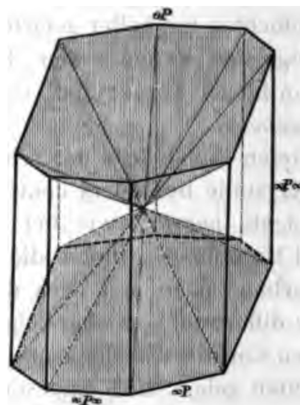


Fig. 47.
Schematische Darstellung des sanduhrförmig gebauten Augites.

Augit (Fig. 46 und 47) mancher basaltischer Gesteine, insbesondere der Limburgite, seltener an der Hornblende und auch am Andalusit und Staurolith zeigt. Schnitte parallel zur Symmetrieebene zerfallen im polarisirten Lichte in vier Felder, von denen je zwei gegenüber liegende gleiche Farbe und gleiche optische Orientirung aufweisen. Die Abweichung in der optischen Orientirung derselben ist meist eine geringe. Aehnlich sind die Schnitte parallel ∞ P̶ ∞, während Schnitte senkrecht zur Verticalaxe den gewöhnlichen zonalen Bau zeigen. Es scheint zuerst ein sanduhrförmiges Krystallskelett (Fig. 47) gebildet worden zu sein, dessen beide kegelförmige Hohlräume später von etwas abweichend chemisch zusammengesetzter Augitsubstanz ausgefüllt wurden.

Verwachsungen der Gesteinsgemengtheile.

Eines der bekanntesten Beispiele einer regelmäßigen Verwachsung zweier Gesteinsgemengtheile bietet der Schriftgranit oder Pegmatit, wo in

den großen Orthoklasindividuen zahlreiche makroskopische Quarzindividuen, die alle die gleiche optische Orientirung zeigen, eingewachsen sind. Genau dieselbe Art der Verwachsung findet sich auch häufig an den mikroskopischen Individuen der Gesteinsgemengtheile, und wird als mikropegmatitische Structur bezeichnet. Diese beweist eine fast gleichzeitige Bildung der beiden mit einander verwachsenen Individuen und findet sich häufig in den granitischen Gesteinen und krystallinischen Schiefergesteinen. In den letzteren ist aber nicht bloß der Orthoklas mit Quarz so regelmäßig verwachsen, sondern auch andere Gemengtheile, wie Granat oder Augit mit Quarz, Plagioklas mit Augit u. a. m.; manchmal ist die Verwachsung derselben eine unregelmäßige, indem die beispielsweise in einem Plagioklasindividuum eingewachsenen Augitkörner nicht durchweg dieselbe optische Orientirung aufweisen. Regelmäßige Verwachsungen finden sich ferner noch häufig unter den Augiten und Hornblenden, indem entweder monokliner Augit, besonders Diallag oder der ebenfalls mit brachypinakoidaler Absonderung versehene Omphacit mit monokliner Hornblende so mit einander verwachsen sind, daß die Orthopinakoidflächen beider parallel liegen, oder es ist rhombischer mit monoklinem Augit verwachsen, wobei wieder beide mit den Ortho- resp. Makropinakoiden aneinander liegen.

III. Einschlüsse der gesteinsbildenden Mineralien.

Makroskopische Einschlüsse sind schon lange in vielen krystallinischen Mineralien beobachtet worden; insbesondere reich an solchen ist der Quarz, aber auch in den mikroskopischen Gemengtheilen der Gesteine finden sich häufig Einschlüsse, von welchen manche für gewisse Mineralien geradezu als charakteristisch angenommen werden können. Als Einschlüsse in den Gesteinsgemengtheilen sind zu nennen: Gasporen, Flüssigkeitseinschlüsse, Einschlüsse amorpher (glasiger) Partikel, solche von Gesteinsgrundmasse, und endlich Einschlüsse anderer, ebenfalls an der Zusammensetzung des Gesteins theilnehmender Mineralien.



Fig. 48.
Gasporen und Flüssigkeitseinschlüsse.

G a s p o r e n (Fig. 48). Während des Wachsthumes der Krystalle setzen sich oft, wie man dies am besten an künstlichen, aus Lösungen gezogenen Krystallen beobachten kann, kleine Luftbläschen an den Krystallflächen fest, die dann beim fortschreitenden Wachsen des Krystalls von Krystallsubstanz umhüllt und eingeschlossen werden. Auf ganz dieselbe Art werden Gasbläschen,

welche in der Mutterlauge absorbirt waren und sich auch häufig in der glasigen Grundmasse der Gesteine finden, von den gesteinsbildenden Mineralien während der Ausscheidung derselben aus dem schmelzflüssigen Magma eingeschlossen, — die sogenannten Gasporen. Welche Gase in den winzigen, meist eiförmigen oder unregelmäßig verzerrten Hohlräumen eingeschlossen sind, läßt sich schwer eruiren; wahrscheinlich kommt häufig gasförmige Kohlensäure eingeschlossen vor.

Die Gasporen sind oft regelmäßig in den Krystallen angeordnet, theils zonal, parallel den Krystallflächen, wenn sie zwischen zwei auf einander folgenden Krystallschalen eingeschlossen wurden, theils schnurförmig aneinander gereiht.

An Einschlüssen von Gasporen sind unter den Gesteinsgemengtheilen besonders die Mineralien der Hauyngruppe reich, ferner Apatit, Feldspäthe, Augite etc. Manchmal finden sich, besonders im Quarz, leere resp. von Gasen erfüllte Hohlräume, welche die Formen des Minerals, in dem sie vorkommen, aufweisen, sogenannte negative Krystalle. Eben solche regelmäßige, von Luft erfüllte Poren finden sich in den künstlichen Krystallen, so z. B. im Steinsalz, von cubischer Gestalt. Es bilden sich nämlich während des Wachsens des Krystalles in demselben regelmäßige cubische Vertiefungen, in welche dann oft ein Luftbläschen sich einzwängt, welches durch eine darauf folgend abgesetzte Schicht der Krystallsubstanz umhüllt wird.

Flüssigkeitseinschlüsse (Fig. 48). Drang im letzterwähnten Beispiele statt Luft oder anderen in der Mutterlauge absorbirten Gasen die Mutterlauge selbst in die unregelmäßigen oder cubischen Hohlräume des Steinsalzwürfels ein, so entstanden Flüssigkeitseinschlüsse, die häufig ein kleines Luft- resp. Gasbläschen führen, welches als Libelle bezeichnet wird und beim Drehen des Steinsalzwürfels an den Wandungen des Hohlraumes sich herum bewegt.

Auf ganz dieselbe Art und Weise wurden auch die oft in großer Anzahl, besonders im Quarz, sich vorfindenden Flüssigkeitseinschlüsse in den gesteinsbildenden Mineralien gebildet. Flüssigkeitseinschlüsse finden sich auch, allerdings selten, in den Gemengtheilen der jüngeren und recenten Eruptivgesteine, und zwar größtentheils Einschlüsse liquider Kohlensäure; diese sind ein Beweis, daß die Gesteine unter hohem Drucke entstanden sein müssen. Auch wässerige Flüssigkeitseinschlüsse finden sich in den Gemengtheilen der vulcanischen Gesteine; es ist wahrscheinlich, daß diese Flüssigkeiten in tropfbar flüssigem Zustande eingeschlossen wurden. Die Entstehung der Libelle in den Flüssigkeitseinschlüssen läßt sich am einfachsten so erklären, daß man eine Bildung der Krystalle bei hoher Temperatur und unter hohem Drucke annimmt, wobei sich nach erfolgter Abkühlung die eingeschlossene Flüssigkeit contrahirte und so einen leeren

Raum, die Libelle, bildete. Eine Beziehung zwischen der Größe des Einschlusses und der Größe der Libelle existirt nicht. Die Libelle zeigt häufig in den mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüssen eine freiwillige, bald sehr langsame, bald rasche Bewegung.

War die eingeschlossene Flüssigkeit eine concentrirte Salzlösung, so haben sich oft nach erfolgter Abkühlung Kryställchen aus der eingeschlossenen Mutterlauge ausgeschieden und man kann dann im Einschluß Flüssigkeit, Kryställchen und Libelle unterscheiden.

Die Form der Flüssigkeitseinschlüsse ist meist eine unregelmäßige; seltener finden sich eiförmige, kugelige, noch seltener solche von der Form des sie einschließenden Minerals, wie manchmal im Quarz, Gyps etc. Die Größe der Einschlüsse ist meist eine äußerst minimale und beträgt gewöhnlich nur einige Hundertstel oder Tausendstel von Millimetern. Betreffs der Anordnung der Flüssigkeitseinschlüsse gilt das bei den Gasporen Erwähnte.

Was endlich die chemische Constitution der eingeschlossenen Flüssigkeit betrifft, so ist dieselbe nach den bisherigen Bestimmungen meistentheils Wasser oder auch flüssige Kohlensäure oder Salzlösungen, besonders Chlornatriumlösungen. Die wässerigen Flüssigkeitseinschlüsse besitzen meist eine ruhige oder schwach bewegliche Libelle, welche auch bei einer Erwärmung des Präparates bis circa 100° C. nicht verschwindet; die Einschlüsse flüssiger Kohlensäure hingegen haben meist eine sehr mobile Libelle, welche schon bei Erwärmung bis circa 32° C. verschwindet. Ist die Libelle in einem solchen Einschlusse sehr groß, d. h. wenig Flüssigkeit vorhanden, so wird durch die Erwärmung die flüssige Kohlensäure in gasförmige übergeführt, wobei die Libelle verschwindet; ist letztere hingegen klein, so wird durch die Ausdehnung der flüssigen Kohlensäure der ganze Hohlraum von derselben erfüllt, die gasförmige Libelle von der Flüssigkeit absorbirt.

Auch Einschlüsse zweierlei Flüssigkeiten kommen häufig vor, so daß neben wässerigen Einschlüssen solche von flüssiger Kohlensäure in ein und demselben Mineralkorn vorhanden sind; ebenso finden sich, selten im Quarz, zwei verschiedene Flüssigkeiten in einem und demselben Hohlraume eingeschlossen vor, ohne sich zu vermengen, wobei noch die innerst eingeschlossene Flüssigkeit, meist Kohlensäure, eine Libelle besitzt.

Einschlüsse concentrirter Salzlösungen haben meistens eine unbewegliche, oder wenigstens schwach oder erst durch Erwärmen sich bewegende Libelle und aus der eingeschlossenen Mutterlauge ausgeschiedene Kryställchen; am häufigsten kommen Chlornatriumwürfelchen vor. Die Libelle wie das Würfelchen verschwindet durch Erwärmen des Präparates nicht oder erst bei relativ hoher Temperatur.

In vielen Fällen fehlt den Flüssigkeitseinschlüssen die Libelle, es sind

vollständig von Flüssigkeiten erfüllte Hohlräume. Solche lassen sich mikroskopisch schwer von den Gasporen unterscheiden und werden gleich diesen im durchfallenden Lichte in Folge theilweiser totaler Reflexion desselben breit dunkel umrandet sein; man kann beide nur durch das Vorhandensein der Libelle von einander trennen. Diese dunkle Umrandung der Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse wird sich um so stärker zeigen, je größer der Unterschied in dem Brechungsexponenten der eingeschlossenen Gase und Flüssigkeit und des einschließenden Minerales ist. Gasporen müßten demnach immer dunkler umrandet sein als Flüssigkeitseinschlüsse.

Einschlüsse amorpher (glasiger) Partikel in den Gesteinsgemengtheilen.

Bei der Ausscheidung der Krystalle aus einem schmelzflüssigen Magma wurden auf ähnliche Weise, wie bei der Bildung der Flüssigkeitseinschlüsse in aus Lösungen gezogenen Krystallen, Partikel der entweder noch vollständig glasigen oder theilweise individualisirten Grundmasse eingeschlossen. Diese ebenfalls meist sehr winzigen und unregelmäßigen ei- oder kugelrunden Glaspartikel, Glaseinschlüsse (Fig. 49), erstarrten während oder nach dem Einschlusse und haben meist ein oder mehrere noch winzigere Gasbläschen mit eingeschlossen. Dieses Gasbläschen ist natürlich unbeweglich und kann auch, im Gegensatze zur Libelle der Flüssigkeitseinschlüsse, durch Erwärmen nicht zur Bewegung gebracht werden.

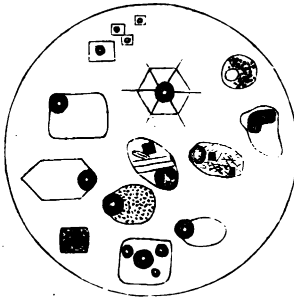


Fig. 49.
Glaseinschlüsse.

Je nachdem die glasige Matrix der Gesteine licht und dunkel gefärbt ist (saure Laven haben gewöhnlich nur farbloses, basische lichtgefärbtes und braunes Glas), sind auch die Glaseinschlüsse in den Mineralien farblos oder braun; häufig finden sich aber beide neben einander vor und beruht die Färbung des Glases nur auf der Höhe des Eisengehaltes.

Die Anordnung der Glaseinschlüsse ist entweder eine unregelmäßige, oder es sind dieselben entsprechend dem schalenförmigen Bau der Krystalle zonenförmig eingelagert; bald ist der Kernkrystall von denselben erfüllt und die Hüllschalen des Krystalles arm an Glaseinschlüssen, bald umgekehrt.

Besonders häufig sind Glaseinschlüsse in den Feldspäthen der jüngeren und recenten Eruptivgesteine; auch im Quarz und Augit sind sie häufig.

Hie und da findet man im Quarz Glaseinschlüsse von dihexaëdrischer Gestalt, entsprechend also der Krystallform des Wirthes; solche regel-

mäßig gestaltete Einschlüsse entstehen auf dieselbe Art wie die dihexaëdrischen Gas- oder Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz, mit dem Unterschiede, daß die den bereits vorhandenen regelmäßigen Hohlraum erfüllende Substanz in diesem Falle Glasmasse ist. Oft gewahrt man ein gekrümmtes Bläschen in den Glaseinschlüssen, oder ein theilweise aus dem Einschluß heraustretendes Glasbläschen, welches durch den rasch erfolgten Absatz von Krystallsubstanz am Entweichen verhindert wurde. Die Anwesenheit eines solchen austretenden Bläschens ist gerade so wie das Vorhandensein mehrerer Bläschen in den Einschlüssen ein Beweis für die starre, glasige Natur derselben, und können solche Erscheinungen nicht an den Flüssigkeitseinschlüssen vorkommen.

Bei der Erstarrung der glasigen, eingeschlossenen Partikel haben sich oft auf ähnliche Art, wie die Kryställchen aus Einschlüssen gesättigter Lösungen, winzige Kryställchen, Magnetitoctaëderchen, Augitmikrolithen, Trichite u. dergl. ausgeschieden, das Glas wurde »entglast«.

Die Größe des Gasbläschens steht in keinem genetischen Zusammenhange mit der Größe des Einschlusses überhaupt. Die Glaseinschlüsse werden keine so dunkle Umrandung im durchfallenden Lichte wie die Gasporen und Flüssigkeitseinschlüsse zeigen, da der Brechungsexponent des Glases ziemlich hoch und weniger von dem der Mineralien verschieden ist als der der Luft oder des Wassers. Der glasige Theil der Einschlüsse wird also eine wenig markirte Umrandung, wohl aber das Gasbläschen einen um so auffallenderen breiten dunklen Rand zeigen.

Ein anderes Unterscheidungsmerkmal der Glas- von den Flüssigkeitseinschlüssen hat man endlich noch in dem Vorhandensein von durch das Dünnschleifen des Minerales durchschnittenen Gasbläschen in den Glaseinschlüssen. Da das Gasbläschen ein im festen Glaskörper fixirter leerer Hohlraum ist, so wird derselbe durchschnitten, beim Präpariren mit Canadabalsam erfüllt werden und der Glaseinschluß dann nur ein schwach contourirtes Kreischen im Präparat zeigen; ein durchschnittener Flüssigkeitseinschluß hingegen würde vollständig von Canadabalsam erfüllt werden, da die Flüssigkeit während des Schleifens entrinnen und die Libelle in diesem Fall ganz verschwinden wird.

Vielfach finden sich in den gesteinsbildenden Mineralien auch größere, unregelmäßige Partikel der nicht oder mehr oder minder individualisirten Glasmasse ohne Gasbläschen eingeschlossen, wie zwischen den Schalen oder im Kernkrystall von Feldspäthen, Olivin etc.; sie sind wie die bläschenführenden Glaseinschlüsse Zeugen einer Entstehung des Gesteines resp. der Mineralien aus einem schmelzflüssigen Magma.

In den Quarzkörnern unzweifelhaft sedimentärer Gesteine, welche von Eruptivgesteinen eingeschlossen und verändert, gefrittet wurden, finden sich ebenfalls Glaseinschlüsse, jedoch secundärer Natur, indem diese erst,

wie man auch experimentell nachweisen kann, durch die Einwirkung des feurigflüssigen eruptiven Magmas auf das eingeschlossene Gestein entstanden. Die Art und Weise aber, wie sich solche secundäre Glaseinschlüsse bilden können, ist vor der Hand noch nicht aufgeklärt (vergl. Chrustschoff, Tschermak's Min. Mitth. 1882, IV. p. 473).

Einschlüsse fremder Mineralien in den Gesteinsgemengtheilen.

Makroskopische Einschlüsse anderer Mineralien sind besonders häufig im Quarz (Krokydolithquarz, Prasem etc.) beobachtet worden; auch unter den mikroskopischen Gemengtheilen ist besonders der Quarz reich an Einschlüssen, außerdem aber noch viele andere Mineralien, wie Staurolith etc.

Die in den Gesteinsgemengtheilen eingeschlossenen Körnchen oder Krystalle anderer, meist ebenfalls an der Zusammensetzung des betreffenden Gesteines theilnehmenden Mineralien sind meist sehr winzig und oft sehr regelmäßig in denselben angeordnet. So finden sich häufig in den basaltischen Augiten neben Glaseinschlüssen lange dünne, unbestimmbare Mikrolithen (von Augit?) zonal angeordnet; diese wurden auf dieselbe Weise wie die Glaspartikel bei der Bildung des Krystalles aus dem glasigen, theilweise schon individualisirten Magma eingeschlossen. In anderen Mineralien sind wieder die mineralischen Einschlüsse höchst regelmäßig parallel gewissen Flächen angeordnet, wie im Hypersthen und Bronzit opake bis braundurchscheinende rechteckige Täfelchen parallel $\infty\breve{P}\infty$ (Fig. 50) oder im Labrador opake Mikrolithen und Täfelchen parallel zur c'-Axe.

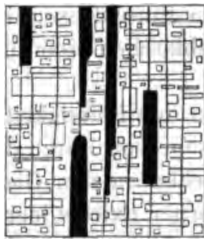


Fig. 50.
Einschlüsse von Brookit?-Täfelchen im Hypersthen.

Ferner wären noch erwähnenswerth als häufig wiederkehrend die ebenfalls oft zonal angeordneten Einschlüsse kleiner Quarzkörnchen im Granat und Staurolith der krystallinischen Schiefergesteine, die höchst regelmäßigen, unter 60° gekreuzten Einschlüsse winziger langer Rutilnädelchen in gewissen in Eruptivgesteinen vorkommenden Magnesiaglimmerarten, ferner die Einschlüsse von Sillimanitmikrolithen im Quarz und Cordierit der krystallinischen Schiefer u. s. f.

Aus der gegenseitigen Einschließung der Gesteinsgemengtheile kann man auch in vielen Fällen beiläufig die Ausscheidungs- resp. Bildungsreihe derselben feststellen; so zeigt es sich, daß Magnetit, Titaneisen, Spinell, Rutil, Zirkon gewöhnlich die zuerst gebildeten Mineralien in den krystallinischen Gesteinen sind, da sie sich immer in allen übrigen in ein und demselben Gesteine vorkommenden Mineralien eingeschlossen vorfinden.

Bei den Eruptivgesteinen folgten diesen in der Ausscheidungsreihe gewöhnlich die Magnesiasilicate (Augit, Hornblende, Biotit und Olivin), dann die Feldspäthe und endlich der Quarz; doch läßt sich hierfür kein allgemein gültiges Gesetz aufstellen. Noch weniger ist dies für die krystallinischen Schiefergesteine möglich; hier findet sich häufig der Quarz und auch der Orthoklas in der Hornblende und im Granat eingeschlossen, sind also früher als diese gebildet, oder es ist Quarz und Orthoklas verwachsen (mikropegmatitisch, schriftgranitartig), also beide gleichzeitig gebildet.

Durch die Einschlüsse werden natürlich die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Mineralien verändert; man muß deshalb zur Untersuchung möglichst einschlußfreie Partien derselben verwenden.

IV. Zersetzung der Gesteinsgemengtheile.

J. Roth. Allgemeine und chemische Geologie. Berlin, 1879. I. Bd.

Die gesteinsbildenden Mineralien sind bei weitem mehr dem zersetzenden und lösenden Einflusse der circulirenden Tagewässer ausgesetzt als die aufgewachsenen Mineralien. Bei den vulcanischen Gesteinen wird außerdem oft eine weitgehende Umwandlung der Gesteinsgemengtheile durch die Einwirkung der bei der Eruption stattfindenden Gasemanationen eintreten. Man findet daher in den Gesteinspräparaten vielfach verschiedene Mineralien in den verschiedenen Zersetzungsstadien und kann den Gang der Umwandlung in den meisten Fällen im Dünnschliffe verfolgen und studiren. Die Umwandlung beginnt fast immer von außen und schreitet nach innen vor, und zwar zuerst auf den Spaltungssprüngen und Rissen der Krystalle oder Körner; nur in seltenen Fällen fällt der Kernkrystall zuerst der Zersetzung anheim, wie bei den Feldspäthen.

Am häufigsten zeigen sich unter den gesteinsbildenden Mineralien der Olivin, der Orthoklas und das Magneteisen umgewandelt.

Bei der Serpentinisirung des Olivins treten zuerst auf den Sprüngen feine grüne oder bräunliche Faseraggregate auf, die allmählich sich ausbreiten, wodurch der Olivindurchschnitt im Schliffe wie von einem Serpentinnetz durchzogen aussieht, in dessen Maschen noch die frischen Olivinreste liegen. Schließlich fallen auch letztere der Zersetzung anheim und man hat vollständige Pseudomorphosen von Serpentin nach Olivin.

Der Serpentin ist meist durch neugebildetes Eisenhydroxyd rothbräunlich gefärbt, meist wird auch bei der Umwandlung Magneteisen, in vielen Fällen, in Olivinfelsen, Klinochlor ausgeschieden. Hierbei wird Wasser aufgenommen und Magneteisen und Eisensilicate ausgeschieden.

Werden die Silicate fortgeführt, so daß nur das aus dem Olivin ausgeschiedene zu Eisenoxyd und Eisenhydroxyd umgebildete Eisenoxydul zu-

rückbleibt, so entstehen oft reine Pseudomorphosen von Eisenoxyd und Eisenhydroxyd nach Olivin, wobei Eisenoxyd zugeführt wird.

In den Pikriten finden sich graulich- bis bräunlich trübe Pseudomorphosen nach Olivin, die größtentheils aus Calcit bestehen und noch Maschenstructur aufweisen; die Maschen selbst sind aus Kalksilicat gebildet, während deren Zwischenräume mit Calcit ausgefüllt sind; in diesem Falle wurden Kieselsäure und Magnesia weg-, Thonerde, Kalk, Kohlensäure und Alkalien zugeführt; ähnliche Pseudomorphosen von Calcit finden sich auch nach Augit.

Bei der Kaolinisirung der Feldspäthe läßt sich im allgemeinen kein so regelmäßiger, auf den Spaltungssprüngen zuerst beginnender Zersetzungsvorgang feststellen; sie werden fleckig und trübe, in ein Aggregat winziger grauer oder weißer Körnchen umgewandelt. Der Thonerdegehalt bleibt hierbei constant, Kieselsäure wird zum Theil weggeführt, Wasser und Kali aufgenommen. Bei den zonal gebauten Feldspäthen erlagen die einschlußreichen Schichten zuerst der Zersetzung.

Ebenso häufig bildet sich bei Zersetzung der Feldspäthe Kaliglimmer in winzigen, lebhaft polarisirenden Blättchen, oft findet man fast vollständige Pseudomorphosen von Muscovit nach Orthoklas; hierbei bleibt der größte Theil des Alkaligehaltes erhalten, der andere Theil wird nebst Kieselsäure, die sich als Quarz wieder oft abscheidet, weggeführt.

Das Titaneisen überzieht sich zuerst mit einer grauen undurchsichtigen Rinde (Leukoxen) und wird schließlich in durchsichtigen Titanit umgewandelt; Kalk muß hierbei zugeführt werden. Seltener ist die Umwandlung des Titaneisens in Rutil mit Ausscheidung von Eisenoxyd, das sich in Form eines röthlich gefärbten Hofes um die zersetzten Titaneisenkörner absetzt.

Schließlich ist noch erwähnenswerth die Umwandlung der Mineralien der Hauyngruppe und des Nephelins in Zeolithe, besonders Natrolith, wobei oft Calcit ausgeschieden wird; die Veränderung des Granats in Chlorit; von Biotit, Hornblende und Augit in Chlorit und Epidot mit Ausscheidung von Quarz, Eisenhydroxyd und Calcit; die Zersetzung der rhombischen Augite in Bastit u. s. f.

II. Theil.

Tabellen zur Bestimmung der Mineralien.

Verzeichniss der auf den Tabellen gebrauchten Abkürzungen.

Unter der Rubrik »*Spaltbarkeit*«: s. v. = sehr vollkommen.
v. = vollkommen.
unv. = unvollkommen.

Unter der Rubrik »*Optische Eigenschaften*«:
A.E. = optische Axenebene.
Disp. = Dispersion der Axen.
1. 2. M. = 1. resp. 2. Mittellinie oder Bisectrix.
$\mathfrak{a}$ = größte Elasticitätsaxe.
$\mathfrak{b}$ = mittlere - = optische Normale.
$\mathfrak{c}$ = kleinste -
n = Brechungsexponent.
Für die optisch-einaxigen Mineralien. { ω = - für den ordentlichen Strahl.
ε = - - - außerordentlichen Strahl. }
Für die optisch-zweiaxigen Mineralien. { β = mittlerer Brechungsexponent.
ϱ = für rothes Licht. }
i. p. p. L. = im parallel-polarisirten Lichte.
i. c. p. L. = im convergent-polarisirten Lichte.

Bezeichnungen für die Krystallaxen: c = Haupt- resp. Verticalaxe.
Bei den rhombischen resp. triklinen Mineralien. { $\breve{a}$ = Brachydiagonale.
$\bar{b}$ = Makrodiagonale. }
Bei den monoklinen Mineralien. { $\grave{a}$ = Klinodiagonale.
$\overset{|}{b}$ = Orthodiagonale. }

Unter »*Structur*«: I. II. O. = Gemengtheile erster, resp. zweiter Ordnung in der Ausscheidungsfolge.

Tafel zur Bestimmung des Krystallsystemes der gesteinsbildenden Mineralien.

Eintheilung der Mineralien nach ihren optischen Eigenschaften.	Beziehungen zwischen den Elasticitäts- und krystallographischen Axen.	Untersuchung im par.-pol. Lichte.		Untersuchung im conv.-pol. Lichte.		Beliebige Schnitte.	Krystall-System.
		Schnitte senkrecht auf die Haupt- oder Verticalaxe.	Schnitte parallel der Haupt- oder Verticalaxe.	Schnitte senkrecht auf die Haupt- oder Verticalaxe.	Schnitte parallel der Haupt- oder Verticalaxe.		
Isotrop. Alle Durchschnitte bleiben zwischen gekreuzten Nicols bei totaler Horizontaldrehung dunkel.	Gleiche optische Elasticität nach allen Richtungen.	Sämmtliche Durchschnitte zeigen bei totaler Horizontaldrehung vollständige Dunkelheit.		In keinem Durchschnitt ist ein Interferenzbild sichtbar, vollständige Dunkelheit bei totaler Horizontaldrehung. Selten optische Anomalien in Verbindung mit schaligem Bau. Z. B. Opal.		Die Durchschnitte zeigen *keine polygonalen*, regelmäßigen *Umrisse*, überhaupt keine krystallinische Structur.	*Amorph.*
				Wie oben. Optische Anomalien in Verbindung mit schaligem Bau selten. Z. B. Granat, Analcim, Perowskit.		Die Durchschnitte zeigen *polygonale*, regelmäßige *Umrisse* und Spaltbarkeit.	*Regulär.*
Optisch einaxig. Die isotropen Schnitte zeigen im conv.-pol. Lichte ein fixes Axenkreuz. …big und dunkel.	Die optische Elasticität ist in der Richtung der Hauptaxe eine andere als senkrecht zu dieser. Die Hauptaxe fällt mit der optischen Axe zusammen und stimmt entweder mit der größten oder mit der kleinsten Elasticität überein.	Die *quadratischen* oder *octogonalen Querschnitte* bleiben bei totaler Horizontaldrehung vollständig dunkel.	Die rechteckigen oder sechseckig verlängerten Längsschnitte löschen durchwegs gerade d. h. parallel und senkrecht zur Hauptaxe resp. dem dieser parallelen Seitenpaare aus.	Die Querschnitte zeigen ein fixes, schwarzes Axenkreuz, je nach der Stärke der Doppelbrechung und Dicke des Mineralblättchens mit oder ohne farbige Ringe.	Längsschnitte zeigen keinerlei Interferenzfigur und werden bei totaler Horizontaldrehung wie im par.-pol. Lichte viermal hell und dunkel.	Schnitte schief zur Hauptaxe zeigen seitlichen Austritt der optischen Axe im conv.-pol. Lichte; Axenpunkt je nach der Schiefe des Schnittes innerhalb oder außerhalb des Gesichtsfeldes liegend, das fixe Axenkreuz in derselben Richtung, in der der Mikroskoptisch gedreht wird, wandernd.	*Tetragonal.*
		Die *hexagonalen* oder *zwölfseitigen* (resp. 3- oder 9seitigen) *Querschnitte* bleiben bei totaler Horizontaldrehung dunkel.					*Hexagonal.*

Anisotrop. Ein Theil der Durchschnitte wird zwischen gekreuzten Nicols bei totaler Horizon[...]					
Optisch-zweiaxig. Die isotropen Schnitte zeigen im conv.-pol. Lichte einen schwarzen Balken, der sich [...] Drehung des Mikroskoptisches in entgegengesetzter Richtung bewegt.					
Die beiden optischen Axen liegen in einer einem Pinakoid parallelen Ebene.	[...] löschend.	[...] *auslöschend.*	[...] axigen Körpers, je nach der Stärke der Doppelbrechung und Dünne des Mineralblättchens mit oder ohne Lemniskaten, sichtbar. Im dritten pinakoidalen Schnitt keine Interferenzfigur.	Balken mit oder ohne farbige Ringe je nach der Stärke der Doppelbrechung. Je nachdem der Schnitt mehr oder weniger senkrecht auf die Mittellinie ist, zeigt sich der Axenpunkt außer- oder innerhalb des Gesichtsfeldes. Der Balken dreht sich in der Drehung des Mikroskoptisches entgegengesetzter Richtung. Ist dieser Balken resp. Hyperbel an der convexen Seite roth und an der concaven blau umsäumt, so ist die Dispersion der Axen $\varrho > v$, im umgekehrten Falle $\varrho < v$. Der Neigungswinkel der Elasticitätsaxen zu den krystallographischen Axen in den Schnitten parallel $\infty \bar{P} \infty$ bei den monoklinen und parallel oP und $\infty \breve{P} \infty$ bei den triklinen Mineralien giebt ein gutes Bestimmungsmittel dieser.	
Eine Elasticitätsaxe fällt mit einer krystallographischen Axe, der Orthodiagonale, zusammen, die beiden anderen liegen mit den optischen Axen entweder in der Symmetrieebene $\infty \bar{P} \infty$ oder in einer dazu senkrechten im Sinne von oP od. $+P'\infty$ geneigten Ebene u. bilden mit den krystallographischen Axen Winkel.	Löschen gerade d. h. parallel und senkrecht den Pinakoidflächen aus.	Schnitte aus der Zone $oP : \infty \bar{P} \infty$ löschen gerade aus; *Schnitte parallel* $\infty \bar{P} \infty$ dagegen zeigen *schiefe Auslöschung* zur Kante $oP : \infty \bar{P} \infty$ oder $\infty \bar{P} \infty : \infty \bar{P} \infty$.	Ist die optische Axenebene parallel $\infty \bar{P} \infty$, so zeigt keiner der pinakoidalen Schnitte senkrechten Austritt einer Mittellinie, sondern ein in der Richtung der Verticalaxe verschobenes Interferenzbild oder Austritt einer der optischen Axen. Ist die optische Axenebene senkrecht zu $\infty \bar{P} \infty$, so senkrechter Austritt der 1. oder 2. Mittellinie auf $\infty \bar{P} \infty$.		*Monoklin.*
Keine Elasticitätsaxe fällt mit einer krystallographischen Axe zusammen. Optische Axenebene nicht mehr senkrecht od. parallel einer Pinakoidfläche, sondern gegen diese geneigt.	*Kein pinakoidaler Schnitt löscht gerade aus;* die Auslöschungsschiefe auf oP und $\infty P \infty$ bekannt und charakteristisch.		Keiner der pinakoidalen Schnitte zeigt senkrechten Austritt einer Mittellinie, sondern entweder ein seitlich verschobenes Axenbild oder Austritt einer der optischen Axen.		*Triklin.*

A. Selbst in dünnsten Schl

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Krystall-System.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwilli
1. Magneteisen. (Magnetit.)	$Fe_3 O_4$ ($Fe O + [Fe_2] O_3$) In $H Cl$ leicht löslich.	4·9—5·2		Nach O.	**Körner und O. Quadrate und gleichseitige Dreiecke.**	**Nach**
2. Titanmagneteisen.	$Fe O + \begin{cases} Fe_2 O_3 \\ Fe Ti O_3 \end{cases}$ *Von Magneteisen nur durch chemische Analyse (Titanreaction) unterscheidbar.*	4·8—5·1	Regulär.		O und Körner.	
3. Eisenkies. (Pyrit.)	$Fe S_2$ In HNO_3 leicht löslich mit S-Abscheidung.	4·9—5·2		Nach $\infty O \infty$	**$\frac{\infty O_2}{2}$ Reguläre Sechsecke und Pentagone.**	**Durch zungszw** von ∞(2

chsichtige Mineralien.

d Glanz.	Structur.	Association.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
hwarz; llenden *läulich-* *er Me-* *llanz.*	Oft in zierlichen kreuzartigen Aggregaten oder als Zersetzungsproduct randlich um die Mineralien kranzartig angehäuft und auf den Spaltungssprüngen abgelagert.	Fast mit allen gesteinsbildenden Mineralien; insbesonders aber mit Augit, Olivin, Plagioklas, Nephelin und Leucit.	Häufig in *Eisenhydroxyd; röthlich-brauner Hof* um die *Magnetitkrystalle.*	1. Als primärer wesentlicher Gemengtheil in den basischen Eruptivgesteinen; accessorisch in fast allen krystallinischen Gesteinen. 2. Als Zersetzungsproduct von Olivin, Augit, Hornblende und Biotit.	
to.			*In Titanit* (Leukoxen) *und Eisenhydroxyd.*	Primär: in basaltischen Gesteinen und krystallinischen Schiefern.	Bildet gleichsam die Übergänge zum Titaneisen.
llenden *eisgelb; glanz.*			In Eisenhydroxyd.	Selten, als accessorischer secundärer Gemengtheil in zersetzten basischen Eruptivgesteinen und (auch primär) in krystallinischen Schiefergesteinen.	

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Krystall-System.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwilli…
4. Titaneisen. (Ilmenit.)	$Fe\,Ti\,O_3 + \chi(Fe_2)O_3$ In $H\,Cl$ schwer löslich. *Ti-Reaction* mit Phosphorsalz.	4·56—5·21	Hexagonal.	*R und oR*; schalige Absonderung.	**Tafelartig *R.oR*, auch $-\frac{1}{2}R$, $-2R$, und *Körner*, die aber meist nicht rundlich, sondern *lang stäbchenförmig* sind. Durchschnitte meist Sechsecke, *lang leistenförmig*, in *zerhackten* oder gestrickten *Formen*.**	Mit pa… Axen… men; p… theti… Zwill… nach…
5. Graphit (und *Bitumen*).	*C.* Bituminöse schwarze Gesteine werden durch Glühen weiß-grau.	1·9—2·3		*o P.*	Sehr selten in dünnen sechsseitigen Täfelchen und ***unregelmäßigen Blättchen.***	
6. Magnetkies. (Pyrrhotin.)	$Fe_n\,S_{n+1}$	4·54—4·64			***Unregelmäßige Körner.***	

Schwer durchs…

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Krystall-System.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwilli…
1. Chromit. **2. Pleonast.**	vergl. diese pag. 94.		Regulär.		**Körner und *O*.**	
3. Eisenglanz.	vergl. diesen pag. 112.		Hexagonal.		**Blättchen**	

…nd Glanz.	Structur.	Association.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…zbraun; *…lglanz; zersetzt, …allenden …e grau.*		Mit Plagioklas, Augiten, Hornblende und Olivin.	*In Titanit (Leukoxen) und Rutil mit Eisenglanz.* Bei der Zersetzung wird das Titaneisen zuerst in ein graues, trübes, impellucides, pulveriges (Leukoxen), dann nach und nach in ein braun durchscheinendes Mineral, das als Titanit bestimmt werden kann, umgewandelt; hierbei bleiben oft noch dünne unzersetzte Titaneisenleisten übrig. Vergl. Fig. 51.	In basischen Eruptivgesteinen (besonders körnigen Diabasen, Gabbro, Basalt, Pikrit); auch in krystallinischen Schiefergesteinen.	Von Magneteisen durch die Form der Durchschnitte und besonders durch die Zersetzungserscheinungen unterscheidbar.
…chwarz; …lglanz.				Selten, in krystallinischen Schiefern, Thon-, Thonglimmerschiefern, Gneiß, Kalkstein und als Einschluß im Staurolith, Andalusit, Chiastolith, Dipyr, Couzeranit.	Von Eisenglanz durch die Undurchsichtigkeit resp. durch Entfärbung beim Glühen zu unterscheiden.
…egelb, …braun; …lglanz.				Sehr selten in krystallinischen Schiefern, Contactschiefern.	Von Eisenkies durch den Glanz im auffallenden Lichte leicht unterscheidbar.

…nde Mineralien.

…,metall- …d; wenn …htig, so: *…un.* *…n.*				Selten, in Olivingesteinen. Contactgesteinen und Schiefergesteinen.	Aehnlichkeit mit Magneteisen.
…h.				Häufig als accessorischer Gemengtheil, Zersetzungsproduct.	Ähnlich mit Graphit etc.

B. Im Dünnschl

I. Einfach brechende Mineral

a. Amo

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Farbe.	Structur.
1. Opal. (Porodin-amorph.)	Wesentlich nur $Si\,O_2$ ($H_2\,O$, Spuren von Fe, Ca, Al, Mg und Alkalien); von KHO gelöst.	1·9 — 2·3.	Farblos (weiß, gelblich); öfters durch Eisenoxyd und Eisenhydroxyd roth und braun gefärbt. $n = 1{\cdot}455$.	a. *Homogen* u structurlos. b. *Concentri schalig* und da par.-pol. Lichte schwache Dopp brechung (Int ferenzkreuz) a weisend; *tra* krustenförmi Vergl. Fig. 5
2. Glasmasse. (Hyalin-amorph.)	Stets ein *complicirt zusammengesetztes Silicat.* (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Alkalien.) Saure Glasmasse mit ca. 70% $Si\,O_2$ in $H\,Cl$ unlöslich; basische mit ca. 40% $Si\,O_2$ in $H\,Cl$ meist löslich.	Saure Glasmasse = 2·2 — 2·4 (Obsidian). Basische Glasmasse 2·51 (Tachylyt).	Farblos, grau, braun, roth gefärbt. Die basischen Glasmassen meist dunkel, die sauren licht. n (f. Obsidian) $= 1{\cdot}488$.	a. Obsidiane, n structurlose, w Ausscheidung freie Gläser. b. Pechsteine, makroskopisch Ausscheidung c. Bimssteine, f rig, durch Gasp zerstäubt; d. Perlite, kuge concentrisch - s lige Structu

…hsichtige Mineralien.

…llen Durchschnitten isotrope.)

…ralien.

…Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…unrothe staub-…ige Einschlüsse …Eisenhydroxyd. …ggregate sechs-…iger Täfelchen …on Tridymit. …lüssigkeitsein-…üsse und Gas-poren.		Immer secundär; *Zersetzungsproduct der Gesteinsgemengtheile:* Feldspath, Augit, Hornblende, Biotit, und dann entweder auf primärer Lagerstätte, d. h. als Pseudomorphose nach diesen Mineralien, oder auf secundärer Lagerstätte auf Hohlräumen, die Wände derselben bekleidend, abgesetzt; besonders in den sauren jüngeren Eruptivgesteinen: Rhyolithen, Andesiten, aber auch im basischen Basalt.	Auch die Grundmasse mancher zersetzter Eruptivgesteine ist fast vollständig in Opal (Halbopal) umgewandelt.
…*schlüsse* resp. …*heidungen* sind: …*oren*, *Krystal-*…, *Mikrolithen* …, endlich *Kry-*… und Sphärolithe. … Fig. 48 u. 54.	In Viridit in den basischen Gesteinen, im Basalt; in Opal in den sauren, Rhyolith. Basische Gläser sind öfters in eine gelbliche, doppeltbrechende, faserige Substanz zersetzt (Palagonit).	Die *natürlichen Gläser* sind nur eine *Erstarrungsmodification der Eruptivgesteine!* Glasmasse findet sich auch mehr oder minder reichlich in oft anscheinend ganz krystallinischen Eruptivgesteinen und nur in solchen.	Gesteinsgläser (Vitrophyre) sind bekannt von folgenden Eruptivgesteinen: a. Saure = glasige Rhyolithe, Trachyte, Dacite, Andesite, Porphyre; selten Porphyrite und Phonolithe. b. Basische = glasige Diabase, Melaphyre, Augitandesite und Basalte (Tachylyt, Hyalomelan, Sideromelan, Palagonit, Hydrotachylyt). Reine Glasmasse kann oft schwer von Opal unterschieden werden; dann gibt nur *die mikrochemische Analyse* Auskunft (am besten *Aetzung* mit *Kieselflußsäure*). Die Gläser werden hier nur des Unterschiedes von Opal wegen erwähnt.

b. Regulär kry

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Farbe und der Lichtbrec
1. Hauyngruppe.						
α. Sodalith.	$3(Na_2[Al_2]Si_2O_8) + 2\,NaCl$. *Cl-Reaction.* In HCl leicht löslich, gelatinöse SiO_2, beim Verdunsten $NaCl$-Würfelchen.	2·13—2·29	Nach ∞O.	*Körner und* ∞O (selten $O \,.\, \infty O \infty$); Durchschnitte: Quadrate und Sechsecke.	Durchkreuzungszwillinge nach einer trigonalen Zwischenaxe.	*Farblos*, Fe_2O_3 r… färbt, gr… und blä… meist.
β. Hauyn und	$2(Na_2, Ca)(Al_2)Si_2O_8 + (Na_2, Ca)SO_4$. Reaction auf *Ca und* H_2SO_4.	2·4—2·5		Krystalle ∞O und O, wie 1 *α* (Sodalith).	Zwillinge nach O und wie beim Sodalith.	*Farblo… blau, sch… gefärb…*
γ. Nosean.	$3\,Na_2(Al_2)Si_2O_8 + Na_2SO_4$. Reaction auf H_2SO_4. Beide in HCl leicht löslich; Abscheidung *gelatinöser* SiO_2.	2·279 — 2·399	Nach ∞O.	Häufig verzerrte oder corrodirte Krystalle.		*Farblo… braun, sch…*

nde Mineralien.

ructur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
'eldspath ornblende ähsen; oft 'arblosem und blauer ron Eisen- l roth ge- er Rinde.	Mit Mikroklin, Augit und Glimmer in *Syeniten*. Mit Sanidin und Augit in Trachyten.	Flüssigkeits-Einschlüsse, Gasporen. Glaseinschlüsse, Augitnadeln.	Durch Zersetzung in Zeolithe wird er trübe.	Als primärer Gemengtheil in Syeniten (Elaeolith-syenit) und selten in Augit-Trachyten. Secundär auf Hohlräumen letzterer.	Die drei Mineralien lassen sich mit Sicherheit nur *durch mikrochemische qualitative Analyse* unterscheiden.
iäufig eine s gefärbte ', oft eine ı opaciti- , oder ein ler Kern; Eisenoxyd ı roth ge- ; auf den ltrissen. mäßig an- nete Ein- isse und le (opake) inander krechte ısysteme. . Fig. 53.	Meist mit *Leucit*, *Nephelin* und *Augit*.	Zahllose Gasporen und Glaseinschlüsse zu Schnüren angeordnet. Schwarze, winzige Körnchen, staubartig, und Nädelchen; oft sehr regelmäßig vertheilt. Eisenglanztäfelchen.	In ein Aggregat filzartiger, farbloser, doppeltbrechender Nadeln und Fasern von Zeolithen und Calcit. Hierbei tritt eine Entfärbung des Hauyns ein; secundäre Färbung des Zersetzungsproductes durch Eisenoxydhydrat gelblich.	Primärer Gemengtheil. In *jüngeren* Eruptivgesteinen, sowohl Sanidin- als Plagioklasgesteinen, wie: Trachyt (selten), Phonolith, Leucitophyr, Tephriten und Nephelin- und Leucitbasalten. Häufig in trachytischen vulkanischen Auswürflingen.	Hauyn von Sodalith unterscheidet die Gegenwart der charakteristischen Gypsnädelchen beim Verdunsten eines Tropfens der salzsauren Lösung (wegen des Kalkgehaltes des Hauyn); Sodalith durch den Chlorgehalt charakterisirt. Hauyn und Nosean auch chemisch schwer unterscheidbar, wohl mineralogisch zu vereinigen.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Farbe und der Lichtbrec
2. Granatgruppe.						
α. Almandin.	$Fe_3(Al_2)Si_3O_{12}$.	3·78 (3·1—4·2)	Unvollkommen ∞O.	∞O, $2O2$ und *Körner*. Durchschnitte quadratisch, sechs- und achteckig.		***Roth***, **in dünn Schliffen farbl** $n\varrho = 1$·
β. Pyrop.	(CaO, MgO, FeO, MnO) $Al_2O_3 3SiO_2$. Chromhaltig.	3·7—3·8.	Unvollkommen ∞O.	*Körner.*		***Blutro***
γ. Melanit.	$Ca_3(Fe_2)Si_3O_{12}$. Alle Granaten sind in Säuren unlöslich.	3·6—4·3.	Unvollkommen ∞O.	*Krystalle* ∞O.		***Schwar*** **Schliffen *kelbra* Wird sc durchsi**

tructur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
ufig mit arz oder ldspath ropegma- isch ver- rachsen.	Zumeist mit *Quarz*, *Ortho- klas*, *Biotit* und Horn- blende.	Hohlräume von der Form des Granats (= ne- gative Kry- stalle). Flüssig- keitsein- schlüsse, Quarz- körnchen, Rutil; öfters zonal an- geordnet. Vergl. Fig. 54.	An der Ober- fläche und auf Spaltrissen häu- fig in *Chlorit- blätter um- gewandelt.* Seltener rand- liche Umwand- lung in eine faserige Horn- blende- oder Augit-Zone, wie beim Pyrop.	Primärer Gemengtheil. In vielen krystallinischen Schiefergestei- nen, häufig in Granit, selten in trachytischen Gesteinen.	Die Granaten lassen sich leicht an der Farbe und der Unlöslichkeit in Säuren von den Hauynen unterscheiden.
	Mit *Olivin* und *Augit*.	Sehr arm.	Häufig und charakteristisch sind Randzonen senkrecht an die Oberfläche der Körner angeschossener Augitfaser- büschel. Vergl. Fig. 55.	Primärer Gemengtheil. In Serpentinen.	
ır häufig chtvollen *en Aufbau*, manchmal elbrechung zigend. l. Fig. 54.	Mit *Augit*, *Sanidin*, *Nephelin*, *Hauyn* und *Leucit*.	Sehr arm; Augit- und Apatitnädel- chen; Glas- einschlüsse.		Primärer Gemengtheil. In Phonolithen, Leucitophyren und vulkani- schen Auswürf- lingen.	Vergl. Chromit.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Farbe und St... der Lichtbrech...
3. Spinellgruppe.						
α. Chromit.	$Fe\,O\,Cr_2\,O_3$	4·4—4·6	Unvollkommen *O*.	*Körner* und *O*.		**Wird seh... *durchsch... dunkelbr...* röthlich... Metallgl...**
β. Picotit.	$\left.\begin{matrix}Mg\,O\\Fe\,O\end{matrix}\right\}\left.\begin{matrix}Al_2\,O_3\\Cr_2\,O_3\end{matrix}\right\}$	4·08		*O*. Sehr winzige Körner.	Zwillinge nach *O*.	"
γ. Pleonast.	$\left.\begin{matrix}Fe\,O\\Mg\,O\end{matrix}\right\}\left.\begin{matrix}Al_2\,O_3\\Fe_2\,O_3\end{matrix}\right\}$	Über 3·65 (3·8—4·1)		"		*Dunkelgr...*
δ. Hercynit.	$Fe\,O\,.\,Al_2\,O_3$ In Säuren unlöslich; auch von *HFl* unangreifbar.	3·91—3·95		*O*.		"
4. Analcim.	$Na_2\,(Al_2)\,Si_4\,O_{12})$ + 2 aqu. In *H Cl* löslich; Abscheidung gelatinöser $Si\,O_2$.	2·1—2·28	(Unvollkommen). Deutlich ∞*O*∞, nach Tschermak.	*Meist derb; Körner;* auf Hohlräumen, 2*O*2.		***Farblos,*** ... n_ϱ = 1·48...

ructur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
he in Ba- vereinzelt ommende er zeigen ı breiten itischen Rand.	Mit *Olivin* und *Augit.*			Primärer accessorischer Gemengtheil. In *Olivin-gesteinen, Serpentinen* und in *basaltischen* Gesteinen. Picotit häufig als *Einschluß im Olivin.*	Große Aehnlichkeit mit *Melanit;* wenn in Körnern, so nur chemisch unterscheidbar. Melanit wird von concentrirter *H Fl* angegriffen und ist chromfrei; jedoch ist der Melanit fast immer krystallisirt und so leicht von Chromit zu unterscheiden. 3 α und β lassen sich nur *chemisch analytisch unterscheiden.*
	Seltener mit Olivin und Augit. Häufig mit *Quarz, Orthoklas* und *Glimmer.*			Detto, aber selten. Häufiger in *Granuliten* und in *metamorphischen (Contact-) Gesteinen.*	Vom *Magneteisen* unterscheiden sich die Spinelle durch ihre Durchsichtigkeit (in sehr dünnen Schliffen!) und durch die Unlöslichkeit in Säuren. 3 γ und δ lassen sich nur *chemisch analytisch unterscheiden.*
hmal Doppbrechung usgezeichn zonalen zeigend; *st trübe;* Plagioklas wachsen.	Mit Plagioklas, Augit oder Hornblende.	Arm an Einschlüssen. Flüssigkeitseinschlüsse. Apatitnädelchen.		Ob primär? oder als Zersetzungsproduct des Nephelins? *Selten, in jüngeren* basischen Eruptivgesteinen, den *Tescheniten.* Als Zersetzungsproduct auf Hohlräumen (secundär) in Phonolithen, Trachyten, Andesiten, Basalten.	Nur *chemisch* mit Sicherheit nachweisbar.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Farbe und [illegible] der Lichtbrech[illegible]
5. Flussspath.	$Ca\,Fl_2$. Von conc. $H_2\,SO_4$ zerlegt mit Bildung von $H\,Fl$.	3·1—3·2	Vollkommen nach O.	In Gesteinen nur in Form winziger, eckiger Körnchen.		Blau, [illegible] sehr [illegible] lichtbr[illegible]
6. Perowskit.	$CA\,Ti\,O_3$. $H\,Cl$ ohne Wirkung, concentrirte $H_2\,SO_4$ zerlegt ihn.	4·0—4·1	$\infty O \infty$.	In *unregelmäßigen, ästigen* und *hackigen Gestalten*, meist in scharfen *Octaëderchen*. Vergl. Fig. 56.	Sehr selten. Durchkreuzungszwillinge.	*Violett[illegible] grau-[illegible] braun[illegible]* Relief [illegible] *[illegible]*
					Anscheinend re[illegible]	
Leucit.				Anscheinend $2\,O\,2$. Vergleiche *tetragonal* krystallisirende Mineralien.		

…structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…gewachsen …Feldspath …regellos in …Grundmasse …ertheilt.	Mit Quarz, Orthoklas, Biotit.	Flüssigkeitseinschlüsse.		Sehr selten; secundär in Quarzporphyr.	
…racteristisch die rauhe …hliffoberfläche. …Einschluß …lelilith oder …h um Olivin gruppirt. …chmal Doppelbrechung zei…l; *Polarisa…farben sehr …ig lebhaft.*	Mit *Nephelin*, *Melilith*, *Augit* und *Olivin*.	Sehr arm.		In Nephelin-, Leucit- und Melilithbasalten.	Vom Spinell durch Farbe und optische Anomalien, vom Granat durch die Krystallform gut unterscheidbar.

…tallisirende Mineralien.

…Zwillings-…streifung, …pelbrechend.					

II. Dop[…]

α. Optisch […]

1. Tetragonal kr[…]

a. Dop[…]

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Pol[…] sati[…] farb[…]
1. Leucit.	$K_2(Al_2)Si_4O_{12}$. In HCl *löslich, pulverige* SiO_2-Abscheidung. Mit Kieselflußsäure K-Reaction.	2·45—2·5	Unvollkommen prismatisch, $\infty P \infty$ und OP.	Körner und (meist) Krystalle $P . 4P2$; anscheinend regulär $2O2$. Krystalldurchschnitte meist achteckig, oft kreisförmig abgerundet, seltener Vier- oder Sechsecke.	Nach $2P\infty$; *polysynthetische Zwillingsstreifung* nach diesen Flächen, recht- und schiefwinklig gekreuzt. Vergl. Fig. 57.	Die *kleinen* Individuen, ohne Zwillingsstreifung, *anscheinend isotrop*. Im c. p. L. kein deutliches Axenbild bemerkbar. Doppelbrechung positiv, sehr schwach.	Sehr[…] lebh[…] bläu[…] gr[…]
2. Rutil. (Nigrin, Sagenit.)	TiO_2. Ti-Reaction mit der Phosphorsalzperle. In Säuren unlöslich.	4·2—4·3 (4·277)	∞P und $\infty P \infty$.	$\infty P . \infty P \infty$ P. Körner; meist aber in winzigen, oft sehr langen und schmalen Nädelchen und Kryställchen. Die Säulchen zeigen eine der c-Axe parallele Streifung.	Sehr *häufig* und characteristisch nach $P\infty$; *knieförmig* mit einem Winkel von 114° 25′; auch Gewebe zarter Nadeln, die sich unter ca. 60° schneiden, *der Sagenit.* Auch *herzförmige Zwillinge* nach $3P\infty$ häufig. Vergl. Fig. 20 u. 59.	Die Kryställchen meist zur Prüfung mit dem Condensor zu winzig. Doppelbrechung positiv, stark.	[…] lebhaf[…]

…hende Mineralien.

…e Mineralien.

…nde Mineralien.

…hung positiv.

…e und …e der …ht- …hung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…blos, …rhell. 1·508 1·509.		Aggregate kugeliger Kryställchen zu einem großen Krystall. *Zonale und radiale Anordnung der Einschlüsse*, vergl. Fig. 58. Große corrodirte Krystalle I. O. und winzige, oft scharf ausgebildete II. O., letztere auch eingewachsen im Augit.	Mit Augit, Olivin, Nephelin, Plagioklas und Sanidin.	Charakteristisch sind zonal und radial angeordnete oder centrisch gehäufte Einschlüsse winziger Glaspartikelchen, Gasporen, Augitnädelchen etc. Auch reich an Einschlüssen anderer Mineralien wie: Hauyn, Augit, Apatit, Melanit.	In ein Aggregat farbloser oder gelblicher, feiner, radialer Fasern oder Körnchen von Zeolithen. Selten Pseudomorphosen von Analcim nach Leucit.	Primärer wesentlicher Gemengtheil. Mit Sanidin etc. in den Leucytophyren, Leucit-Tephriten und Basalten, auch mit Nephelin und Plagioklas; überhaupt *nur in jüngeren basischen Eruptivgesteinen.*	Durch Krystallform, Zwillingsstreifung und Einschlüsse resp. regelmäßige Anordnung derselben von den übrigen Mineralien gut unterscheidbar. Wenn der Leucit in sehr winzigen Körnchen in der Grundmasse auftritt, dann oft schwer von farbloser zwischensteckender Glasbasis zu unterscheiden; hier nur durch mikrochem. Reaction erkennbar.
…ggelb roth-…s; in …nern …s un- …sich- oder …urch- …nend …rin); …me- …län- …l, so …selte- vor- …nend.	Nicht wesentlich merkbar.	Eingewachsen findet sich der Rutil öfters sehr regelmäßig, sagenitartig im Biotit; auch mit Titaneisen verwachsen. Sehr häufig als Einschluß in den ihn begleitenden Mineralien, besonders Granat und Omphacit.	Mit *Quarz, Kalifeldspath, Granat, Hornblende, Omphacit.*	Sehr arm.		Als primärer accessorischer Gemengtheil sehr häufig in *fast allen krystallinischen Schiefergesteinen*, besonders den hornblende- und augitführenden, wie Amphiboliten und Eklogiten. Als *Zersetzungsproduct des Titaneisens* secundär. In Thonschiefern sehr häufig »Thonschiefernädelchen«.	Vom Zirkon durch die Polarisationsfarben, Farbe und häufige Zwillingsbildung leicht zu unterscheiden.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
3. Zirkon.	$ZrO_2 + SiO_2$ Säuren ohne Wirkung, ausgenommen H_2SO_4, welche ihn zersetzt.	4·4—4·7.	Unvollkommen P und ∞P.	$P . \infty P \infty$ *auch* $3P3$; sehr reich an Combinationen; fast nur in *winzigen, aber scharf ausgebildeten Kryställchen.* Vergl. Fig. 60.	***Sehr selten*** nach $P\infty$.	**Doppelbrechung positiv, sehr stark.**	***Ueberaus lebhafte,*** **smaragdgrün, hyacynthroth, wie irisirend.**

b. Doppel-

4. Anatas.	Wie Rutil.	3·83—3·93	oP und P.	Spitze P.		Wie Rutil.	Wie Rutil.
5. Mejonitgruppe.							
α. Mejonit.	$Ca_6(Al_2) Si_9 O_{36}$.	2·734—2·737.					
β. Skapolith.	$R_3(Al_2)Si_6 O_{21}$. R = vorwiegend Ca, etwas Mg, Na_2. In HCl löslich, pulverige SiO_2-Abscheidung.	2·63—2·79	*Vollkommen* $\infty P\infty$. Vergl. Fig. 61.	Krystalle nach $\infty P . \infty P\infty . P$ und größere *Körner* oder *langsäulenförmige* Individuen.		Doppelbrechung negativ, *ziemlich stark.*	**Lebhaft, wie Quarz.**

s und e der ht- ıung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
·los, ·elb; tarke ht- ung; r die uren ·arz ndet h die tal- xion infal- len tes). 1·92. 1·97.	Nicht merklich.	Wie der Rutil, einer der zuerst gebildeten Gesteinsgemengtheile, daher als Einschluß in den übrigen häufig.	Mit Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Hornblende, Augit.	Flüssigkeitseinschlüsse. Nadelförmige Hohlräume und lange unbestimmbare Nädelchen.		Primärer accessorischer Gemengtheil. In *Granit, Syenit, Quarzporphyr, Trachyten* und vielen anderen Eruptivgesteinen, aber selten. Häufiger in den krystallinischen Schiefergesteinen neben Rutil.	Durch die Krystallform, Polarisationsfarben und starke Lichtbrechung gut charakterisirt.
·chung negativ.							
ıkel ıdel- ıu.	Wie Rutil.		Mit Quarz, Orthoklas, Biotit.			Sehr selten in Granit, Quarzporphyr und krystall. Schiefergesteinen.	
1·594 1·597 1·558 1·561 *los,* *iß,* 1·566 1·545		Der Skapolith scheint manchmal den Plagioklas zu vertreten und ein Zersetzungsproduct desselben zu sein.	Mit Sanidin, Sodalith, Augit. Mit Quarz, Plagioklas, Calcit, Augit, Granat, Rutil und Titanit.	Arm. Flüssigkeitseinschlüsse. Rutil in Skapolith.	Trüb, faserig; zersetzt in Calcit.	Primärer accessorischer Gemengtheil. *Sehr selten in trachytischen Gesteinen.* *Selten; in krystallinischen Schiefergesteinen,* mit Plagioklas. Secundärer (?) accessorischer Gemengtheil.	Der Skapolith ist durch die optischen Eigenschaften und die Spaltbarkeit leicht von Orthoklas und Calcit zu unterscheiden; der Mejonit durch die Krystallform erkennbar.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
γ. Couseranit und *Dipyr.*	Ähnlich dem Skapolith; reich an Alkalien, H_2O. Von Säuren (HCl) nicht oder schwer angreifbar.	2·69—2·76 (2·613) 2·62—2·68	Nach $\infty P \infty$. Absonderung nach oP.	*Lange Säulen* $\infty P . \infty P . \infty$; an den Enden abgerundet oder *zerfasert.*		**Wie beim Skapolith. Ziemlich energisch.**	**Ziemlich lebhaft**
δ. Melilith. (Humboldtilith).	(Ca, Mg, $Na_2)_{12}$ (Al_2 $Fe_2)_2$ Si_9 O_{36}. In HCl leicht löslich mit gelatinöser SiO_2-Abscheidung.	2·90—2·95	Parallel oP und ∞P.	Fast immer in Krystallen; *dünne Tafeln* vorherrschend $oP . \infty P . \infty P \infty$. Unregelmäßige Körner. Durchschnitte meist leistenförmig, rechteckig, seltener rundlich.	Selten Durchkreuzungszwillinge mit auf einander senkrechten Hauptaxen.	**Doppelbrechung negativ, schwach.**	**Wenig lebhaft; wenn gelb und faserig, so Aggregatpolarisationsfarben; wenn farblos, so blaugraue Polarisationsfarben.**

… und … der …ht- …ung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…lich, …ünn- …liff …los, …rhell; Ein- …üsse …arz. 1·558 1·543		Krystalle im *Kalkstein* eingewachsen, oft *sehr reich* an *Einschlüssen*.	Mit Calcit, Aktinolith und Glimmer.	Sehr reich, Kohlenstoffpartikel, Quarzkörnchen, Muskowitblättchen regellos vertheilt.	Faserige Zersetzung mit Bildung von Calcit auf den Sprüngen.	*Als Contactmineral* im metamorphosirten Kalkstein; sehr selten.	Vom Chiastolith durch die Structur, vom Andalusit optisch leicht unterscheidbar.
…ist …en- …lb, *gelb*, farb- bis …lich- …iß.	Die Längsschnitte, Rechtecke, zeigen einen sehr schwachen Dichroismus.	Die rechteckigen Längsschnitte zeigen eine den kurzen Seiten, also der Haupt-(c-)Axe parallele Streifung und Faserung; es sind sehr feine spindelförmige Hohlräume, die in den rundlichen Schnitten, senkrecht auf die *c*-Axe, als winzige Kreise erscheinen, sog. »*Pflockstructur*«. Vergl. Fig. 62. Verwachsen mit Leucit, resp. Krystalle desselben eingewachsen.	Mit Nephelin, Leucit, Augit und Olivin.	Arm.	Die Faserung (vergl. Structur) ist eine Folge der Zersetzung in zeolithische Substanzen.	Als primärer Gemengtheil, manchmal sehr häufig, *den Nephelin vertretend in Nephelin- und Leucitbasalten* und Laven.	Durch die Krystallform, Farbe und Faserung gut erkennbar. Wenn farblos, so leicht mit Nephelin zu verwechseln, doch fehlen die sechsseitigen isotropen Schnitte dem Melilith. Von Serpentin oft nur durch die lichtere gelbe Farbe und den Mangel an Olivinresten zu unterscheiden. Von Biotitblättchen durch die lichtere Farbe und Mangel der stark dichroitischen Längsschnitte.

2. Hexagonal kryst

a. Doppe

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
1. Quarz.	*Si* O_2. Von *H Cl* und H_2SO_4 unangreifbar; von *H Fl* gelöst.	2·65 im Mittel (2·651).	Nach *R* unvollkommen. In Folge des muscheligen Bruches die Durchschnitte sehr *rissig.*	*Körner* oder Krystalle *R*. — *R* oder ∞ *R*. *R*. — *R*. Meist in größeren Individuen; reguläre Sechsecke, Rhomben und Sechsecke mit zwei parallelen längeren Seiten. *Nie in Mikrolithenform!*	Mit parallelen Axensystemen. Als Gesteinsgemengtheil nicht oder selten verzwillingt.	Doppelbrechung positiv, *sehr schwach.*	*Sehr leb haft;* i sehr dün nen Schlif fen jedoc schwach; blaugrau wie Feldspath.

ende Mineralien.

chung positiv.

be und rke der cht- ung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
los *hell*, glanz. = 1·548 = 1·558.		Oefters gefärbt durch auf Spalten eingedrungenes Fe_2O_3 und durch *zahllose Einschlüsse* getrübt, wie in Graniten oder klastischen Gesteinen. Körner und Krystalle. Die Quarze in Eruptivgesteinen zeigen *Corrosionserscheinungen*, sind abgerundet, zertrümmert und es dringt in diese die Grundmasse buchtenförmig ein. Vergl. Fig. 43. In Graniten häufig mit Orthoklas schriftgranitartig verwachsen = *Mikropegmatit*. Vergl. Fig. 63. In den porphyrischen Eruptivgesteinen auch radial gruppirt sphärolithisch.	Mit Orthoklas (und Sanidin), seltener Plagioklas, Biotit, Hornblende und Augit. *Nie als primärer* Gemengtheil in Augit-*Olivin* führenden Gesteinen, wie auch in *Nephelin-* oder *Leucitgesteinen*. Mit Muscovit und Biotit.	An Mineraleinschlüssen arm. Apatitsäulchen. In klastischen Schiefergesteinen und Granit sehr reich an *Flüssigkeitseinschlüssen* und langen bräunlichen oder schwarzen, oft gebogenen Nadeln. In Porphyren, Trachyten, Daciten und anderen Eruptivgesteinen reich an primären *Glaseinschlüssen* und Gasporen. Schnurförmig aneinander gereihte Flüssigkeitseinschlüsse.	Keine. Veränderungen in Folge Einwirkung des schmelzflüssigen Magmas sind nicht selten in Quarzen der Eruptivgesteine oder der von denselben eingeschlossenen Gesteine. Vergl. Corrosionserscheinungen und secundäre Glaseinschlüsse. pag. 69 und 78.	I. Als *primärer* Gemengtheil: a. In Eruptivgesteinen als Gemengtheil I. O. Als makroskopischer Einsprengling in Körnern und Krystallen in Granit mit Flüssigkeitseinschlüssen, Quarzporphyr, Quarztrachyt und deren Gläsern und Dacit mit Glaseinschlüssen als wesentlicher Gemengtheil und in mehreren anderen Eruptivgesteinen accessorisch; als Gemengtheil II. O. in der Grundmasse dieser Gesteine, in winzigen, unregelmäßigen Körnchen, nie in Kryställchen. b. In fast allen krystallinischen Schiefergesteinen, unregelmäßige Körner mit Flüssigkeitseinschlüssen wie der Feldspath; besonders im Gneiß, Glimmerschiefer; in winzigen Körnchen im Thonschiefer. II. Als secundäres Product durch Zersetzung von Silicaten, besonders des Augits, der Hornblende und des Biotits; in Diabasen in Form von Körneraggregaten, auf Spalten in Schnüren und Adern in vielen Gesteinen. III. In klastischen Gesteinen in abgerollten Körnern, Flüssigkeitseinschlüsse aneinander gereiht, bis zum Rande reichend. IV. Als einfaches Gestein, Quarzit u. Quarzschiefer bildend.	In Körnern oft täuschend dem Sanidin ähnlich, aber in isotropen Schnitten von diesem leicht optisch zu unterscheiden. Von Nephelin und Apatit durch die Unlöslichkeit in HCl unterscheidbar, vom Korund durch den Charakter der Doppelbrechung, vom Calcit durch Spaltbarkeit und Zwillinge.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
2. Tridymit.	Wie *Quarz.*	2·282 —2·326.	Unv. ‖ *oP*.	In sehr *winzigen dünnen Täfelchen,* vorw. *oP* und ∞P.	*Sehr häufig.* Zw. E. eine Fläche von $\frac{1}{6}P$ und $\frac{3}{4}P$. (Nach *v. Lasaulx* und *Schuster* Zwillinge nach einer Fläche von ∞P.)	**Positiv.** Sehr schwach. — Nach *v. Lasaulx* und *Schuster* krystallisirt der *Tridymit triklin.* *A.E.* wenig von der Normalen auf *oP* abweichend. 1. M. = c fast ⊥ *oP*. Axenwinkel 65—70°.	*Sehr wen lebhafte* Grau.
				Wegen der geringen Größe der in Gesteinen auftretenden Tridymitkryställchen ist eine *genauere kryst. und opt. Bestimmung derselben meist unmöglich.* Die mikroskopischen Tridymite verhalten sich im par. pol. L. wie hexagonal.			

e und te der cht- kung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
·blos, sser- ell. sp. β ·4285.		Meist in *Aggregaten* winziger *dünner sechsseitiger* oder unregelmäßiger, *dachziegelartig übereinandergelagerter Täfelchen.* Oft in der Nähe der Feldspäthe oder in größeren Gruppen in der Grundmasse. Vergl. Fig. 64.	Mit Quarz, Sanidin, Plagioklas, Augit, Biotit und Hornblende. *Secundär* mit *Opal* und Chalcedon.	Flüssigkeits-Einschlüsse.		Als accessorischer, primärer Gemengtheil und secundär als Zersetzungsproduct in Rhyolithen, Trachyten, Hornblende- und Augit-Andesiten; überhaupt häufig in den jüngeren sauren, selten in den älteren basischen Eruptivgesteinen. Secundär auf Hohlräumen dieser Gesteine und dann meist in größeren Täfelchen.	Für die mikroskopischen Tridymite ist die Aggregationsweise sehr charakteristisch; für die größeren, bereits zur optischen Untersuchung geeigneten Tridymite die optischen Eigenschaften und die Zwillingsbildungen.

b. Doppel

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
1. Calcit.	*Ca* CO_3. Mit *H Cl* unter lebhaftem Brausen (CO_2) leicht löslich. In Essigsäure leicht löslich.	2·6—2·8 (2·72)	Sehr vollkommen. *R.* Vergl. Fig. 65.	Nur in unregelmäßigen *Körnern* und Krystallaggregaten.	Polysynthetische Zwillingsstreifung nach —½ *R.* Vergl. Fig. 21 u. 65.	**Doppelbrechung negativ, sehr stark.**	**Meist wenig in tensiv, graulich manchm jedoch se lebhaft ii sirend w Talk, besonde dann, wei der C. i winzige Körnche auftritt.**
2. Dolomit.	(*Ca*, *Mg*) CO_3. Schwieriger in Säuren löslich als Calcit.	2·85—2·95	„	Körner und *R.*	Vergl. Anmerkung.		„
3. Magnesit.	*Mg* CO_3. In *H Cl* schwerer löslich	2·9—3·1	„	„			„
4. Siderit.	*Fe* CO_3. Brausend leicht löslich.	3·7—3·9	„	„			„

chung negativ.

…be und …rke der …icht- …chung.	Pleo-chroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…rblos, …reiß, …ulich. …:1·6543 …:1·4833	Absorption schwach.	Meist in Körneraggregaten, auf Hohlräumen, in Schnüren oder Adern; auch in unregelmäßigen Körnern, einfachen Individuen, zwischen den Gemengtheilen.	Fast in allen Gesteinen, die Augit, Hornblende, Biotit, Plagioklas führen.	Flüssigkeitseinschlüsse; sehr arm an mineralischen Einschlüssen.	Keine.	Als *primärer* Gemengtheil für sich *einfache* Gesteine, Kalkstein, bildend; in Eruptivgesteinen als solcher noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Hier als *Zersetzungsproduct* besonders der Bisilicate und des Glimmers, wo er in linsenförmigen Partien zwischen den Blättern auftritt. In krystallinischen Schiefergesteinen primär und secundär.	**Durch die rhomboedrische Spaltbarkeit und Zwillingsstreifung gut charakterisirt. Wenn in winzigen Körnchen vorkommend, so oft schwer mit Sicherheit bestimmbar; es bleiben nur die Löslichkeit und die Polarisationsfarben als Erkennungsmittel.**
„		„					Dem Dolomit *fehlt die polysynthetische* Zwillingsstreifung nach $-\frac{1}{2}R$.
„		„	Mit Serpentin			Mit *Olivin* und *Serpentin* als Zersetzungsproduct.	**Magnesit und Siderit nur chemisch vom Calcit unterscheidbar.**
…elblich …s braun.		„	Wie Calcit.			In *concentrisch-schaligen* und radialstrahligen *Kügelchen* in Andesiten etc. als *Zersetzungsproduct.*	

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
5. Nephelingruppe.							
α. Elaeolith.	$(Na, K)_2$ (Al_2) Si_2 O_8 In $H\,Cl$ leicht löslich mit *gelatinöser* $Si\,O_2$-Abscheidung; beim Verdunsten $Na\,Cl$-Würfel.	2·65 (2·591)	*Unvollkommen;* grobe Risse.	Nur in größeren *Körnern.*		Doppelbrechung negativ, wenig energisch.	**Meist *blaugrau,* wenig lebhaft.**
β. Nephelin.		(2·58 — 2·65) 2·56.	*Unvollkommen* *oP* und *∞P.*	Sechsecke und Rechtecke! In *winzigen* Krystallen *∞P. oP kurz säulenförmig* und in winzigen unregelmäßigen Körnchen. Vergl. Fig. 66.			**Aehnlich den Feldspathleisten in sehr dünnen Schliffen**

e und te der cht- hung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
rün, ılich- aun, glän- .d, in inn- liffen rblos.		Unregelmäßige Körner verwachsen mit den anderen Gemengtheilen.	Mit Sodalith, Mikroklin, Hornblende und Titanit.	Arm, öfter durch Hornblendepartikel grün gefärbt.	Faserige, zeolithische Umwandlung.	Als primärer wesentlicher Gemengtheil in älteren Eruptivgesteinen, in den Elaeolithsyeniten.	Makroskopisch gut erkennbar; Löslichkeit und *Na*-Reaction charakteristisch.
rblos *serhell.* 1·539 1·542 1·534 1·537		In Krystallen oder in Aggregaten winziger unregelmäßiger Körnchen.	Mit Leucit, Augit, Olivin oder mit Sanidin und Augit oder mit Hornblende und Titanit.	Häufig den Flächen parallel angeordnete Einschlüsse von Augitmikrolithen. Vergl. Fig. 66.	Meist frisch, in Phonolithen öfter trüb *faserig zeolithisirt* und wie ein Aggregat polarisirend.	Als primärer wesentlicher Gemengtheil in jüngeren Eruptivgesteinen: Nepheliniten, Nephelin- und Leucitbasalten, Phonolithen und Tephriten.	Unterscheidbar von: Apatit durch die unvollkommene Spaltbarkeit, mikrochemische Reaction und Krystallform, da der Apatit häufig neben ∞P, oP auch P zeigt und in langen Säulen vorkommt. Quarz tritt nie in so winzigen Kryställchen wie N. auf. Feldspathleisten sind lang und verzwillingt. Melilith hat keine sechsseitigen Querschnitte. Zeolithe lassen gewöhnlich ihre secundäre Natur erkennen. Dem Tridymit fehlen die kurz rechteckigen Längsschnitte. Wenn der Nephelin in Aggregaten winziger Körnchen auftritt, dann farbloser Glasmasse oder Quarz- und Orthoklasaggregaten ähnlich, und nur mikrochemisch nachweisbar.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
γ. Cancrinit.	Zusammensetzung wie die eines kaliarmen Nephelins, nebstbei *CaO*, *CO_2* und *H_2O*. In *HCl* mit Brausen löslich, mit gelatinöser *SiO_2*-Abscheidung.	2·448 —2·454.	*Unvollkommen* ∞P.	Größere unregelmäßige *Körner.*		**Doppelbrechung negativ.**	**Ziemlich lebhaft; Aggregatpolarisation.**
δ. Liebenerit.	Kali-Thonerde-Silicat, *H_2O*, Spuren von *Fe*, *Mg*. *Pinitähnlich*, von *HCl* unvollständig zersetzbar.	2·799 —2·814.	Sehr unvollkommen ∞P.	Nur größere Krystalle $\infty P . oP$.		Doppelbrechung negativ? nicht constatirbar, da die Krystalle immer vollständig zersetzt sind.	**Ausgezeichnete *Aggregatpolarisation*, *sehr lebhaft*.**
6. Apatit.	*$Ca_5P_3O_{12}Cl$*. *$Ca_5P_3O_{12}Fl$*. In Säuren löslich. *Phosphorsäurereaction!*	3·16—3·22	*Krystalle*, seltener Körner. Parallel oP und ∞P, unvollkommene Spaltbarkeit. *Absonderung* ‖ oP ausgezeichnet, dadurch die nadelförmigen Krystalle in viele Glieder zerfallend.	$\infty P . P$ und seltener oP, *meist lange Säulen!* Vergl. Fig. 67.		Doppelbrechung negativ, nicht stark.	**Meist wenig lebhaft wie beim Nephelin.**

rbe und rke der icht- chung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
ronen- b, fast blos im hliffe.		*Faserig*, mit Nephelin und Orthoklas verwachsen.	Wie Elaeolith.	Arm. Eisenoxydblättchen etc. wie Elaeolith.	Faserige Zersetzung mit Calcitbildung. (Der Cancrinit scheint nur ein *zersetzter Nephelin* zu sein.)	Wie Elaeolith. Selten.	Läßt sich vom Elaeolith nur makroskopisch und nach dem Gehalt an $Ca\,CO_3$ unterscheiden.
lgrün, Schliffe rblos, *weiß*.		*Nur als Einsprengling in makroskopischen Krystallen.*	Mit fleischrothem Orthoklas und Glimmer.		Ist wahrscheinlich nur ein total *zersetzter Nephelin* (?) oder *Cordierit* (?), besteht größtentheils aus winzigen *Muscovitblättchen*, die i. p. L. deutlich hervortreten.	Selten. Im Orthoklasporphyr.	Ist durch die Krystallform und Zersetzung leicht erkenntlich.
rblos, ß; röth- , braun, hwarz efärbt ch *sahl- e Ein- hlüsse*; nicht sserhell wie phelin; tlicher s dem steins- menge ervor- etend. = 1·657.	**Wenn gefärbt, so deutlich dichroitisch.**	In unregelmäßigen Körnern oder in längeren, oft sehr schmalen, manchmal in Folge *basischer Absonderung* zerbrochenen Säulchen. Einschlüsse! Vergl. Fig. 67. Nur accessorischer Gemengtheil. Als Einschluß besonders in den Bisilicaten häufig, Hornblende und Biotit.	Fast in allen Gesteinen nachgewiesen.	Glaseinschlüsse, Gasporen. Sehr charakteristisch sind *Einschlüsse* schwarzer oder brauner Nädelchen oder winziger staubartiger Körnchen, die den ganzen Krystall erfüllen; dadurch, besonders in Querschnitten, große Aehnlichkeit mit manchen, ebenfalls einschlußreichen Hauynen. Centrale Einschlüsse von Glas etc. oft von der Form des Apatits.	Stets frisch.	Als accessorischer Gemengtheil in *fast allen* Eruptivgesteinen und krystallinischen Schiefergesteinen. Eines der zuerst zur Ausscheidung gelangten Mineralien in den Gesteinen.	Unterscheidung von Nephelin (besonders mikrochemisch, vergl. Nephelin). Sehr charakteristisch sind die Einschlüsse. Vom Hauyn **in den Längsschnitten** unterscheidbar und in der basischen Absonderung; vom Olivin durch die optischen Eigenschaften und die Absonderung.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Polarisationsfarben.
7. Korund.	$(Al_2)\,O_3$. In Säuren unlöslich.	3·9—4.	*R* und *oR*.	$\infty P_2 . oR$. *R* und *Körner*. Sechsecke und Rechtecke, deren Ecken durch *R* abgestumpft sind.	In Gesteinen selten?	Doppelbrechung negativ, stark.	Sehr *lebhaft.*
8. Turmalin. (Schörl.)	Sehr complicirt. $\overset{I}{R}_6\,(Al_2)\,(B_2)\,Si_4\,O_{20}$ $+\overset{II}{R}_3\,(Al_2)_2\,(B_2)\,Si_4\,O_{20}$ 100 $\overset{I}{R}=Na$ vorwiegend und $\overset{II}{R}=Mg,\ Fe$. *Borsäuregehalt!* Von Säuren unangreifbar.	3·059.	Unvollkommen *R* und ∞P_2. *Absonderung* ‖ *oR* sehr vollkommen.	Fast nur in *Kryställchen.* $R . \infty P_2 . \frac{\infty R}{2}$ Querschnitte *drei-, sechs-* auch *neunseitig*, parallel zur Hauptaxe gesehen oft gut den *Hemimorphismus* zeigend *oR* unten, *R* oben. Vergl. Fig. 68 und 69.		Doppelbrechung negativ, energisch.	Ziemlich lebhaft; zwischen braun und roth.
9. Eisenglanz.	$Fe_2\,O_3$. In $H\,Cl$ leicht löslich.	5·19—5·28.	*R. oR.* In mikroskopischen Individuen nicht charakteristisch.	Meist tafelartige *dünne Blättchen* $oR . \infty P_2$ und unregelmäßige Blättchen.	Mit parallelen Axensystemen. Durchkreuzungszwillinge mit einspringenden Winkeln.	Unbestimmbar, da in äußerst dünnen Blättchen immer auf Spalten in Mineralien auftretend.	Sehr wenig *lebhaft.*

und e der ht- ung.	Pleo- chrois- mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
los, *nel-* ns, ig ge- auch … . Ein- isse; *licht-* *end,* im liffe vor- end. 1·768. 1·760.	Wenn gefärbt, *sehr* *stark.* ω=him- melblau ε=meer- grün.	*Rauhe* *Schliffober-* *fläche;* in rundlichen Körnern oder kurzen Säulen. Ein zuerst ausgeschiede- nes Mineral. Zonaler Bau, blauer Kern und farblose Schale.	Mit Quarz, Orthoklas und Biotit, Pleonast, Andalusit.	Sehr arm. Flüssig- keits- und Glasein- schlüsse; Zirkon; Braune, staubför- mige Ein- schlüsse (sog. ge- meiner Korund).		Sehr selten. *Contactmineral,* in metamorphi- schen Schiefer- gesteinen und in trachytischen Auswürflingen.	Wenn in Kör- nern, so apatit- ähnlich, doch durch die leb- haften Polari- sationsfarben kenntlich; vom Quarz durch die rauhe Oberfläche und den Charak- ter der Doppel- brechung unter- scheidbar, auch nicht so wasser- hell wie dieser; vom Olivin durch die optischen Eigen- schaften.
ist *blau,* … 1·64. 1·62.	*Sehr* *starker* *Dichrois-* *mus!* ω=dun- kelblau, braun bis schwarz. ε=licht- bläulich bis licht- grau- und braun.	In makrosko- pischen und in *äußerst win-* *zigen Krystal-* *len,* selten in Körnchen- form, wie in gewissen me- tamorphischen Gesteinen. In Graniten in Körnern mit Quarz ver- wachsen. Die großen Indi- viduen oft an den Enden strahlig zer- fasert.	Mit Quarz, Orthoklas und Muscovit im Granit. Mit Quarz, Orthoklas, Glimmer und ande- ren acces- sorischen Minera- lien, wie Staurolith, Granat.	Sehr arm. Flüssig- keitsein- schlüsse.		Als *primärer* Gemengtheil häufig. In ge- wissen Graniten in Körnern; in vielen *krystalli-* *nischen Schiefer-* *gesteinen* acces- sorisch, beson- ders Thonschie- fern, auch in klastischen Ge- steinen. Endlich häufig und cha- rakteristisch in im *Contact* mit Eruptivgestei- nen, besonders Granit, veränderten Schiefern.	Durch die Kry- stallform und den Pleochrois- mus leicht er- kenntlich. Von Hornblende durch die opti- schen Eigen- schaften und von Biotit durch den Mangel an Lamellarität zu unterscheiden.
en- warz llisch end: innen chen *roth.* gelb- bis un- ett.		Nur in Blätt- chen *auf den* *Spalten* der Mineralien auftretend, in- filtrirt. Ist durchwegs ein *secundäres* Mineral. Nur in man- chen Basalten scheint er auch primär zu sein.	In *fast* *allen* *Gesteinen* besonders mit zer- setztem Biotit, Horn- blende, Augit, Magnetit, dessen Zersetz- ungs- product er ist.		In bräun- lich-rothes und braunes *pulveriges* *Eisenoxyd-* *hydrat.*	Vergl. Asso- ciation. *Acces-* *sorisches secun-* *däres Mineral.*	An der Art des Auftretens und der blutrothen Farbe gut erkennbar.

c. Anscheinend h

1. Biotit; in braunen, anscheinend isotropen (optisch-einaxigen)

2. Chlorit; in grünen, anscheinend isotropen (optisch-einaxigen),

II. b. Opti

1. Rhombisc

α. **In Schnitten ‖ oP keine**

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.
1. Olivin. (Chrysolith.)	$n\,Mg_2\,Si\,O_4 + Fe_2\,Si\,O_4$. In $H\,Cl$ ziemlich leicht löslich, mit *gelatinöser $Si\,O_2$-Abscheidung.*	3·2—3·4.	v. $\infty\breve{P}\infty$, unv. $\infty\bar{P}\infty$; muscheliger Bruch; im *Schliffe nicht so deutlich*, meist krummlinige Sprünge.	*Tafelartige* Krystalle $\infty P . \bar{P}\infty$. $\infty\bar{P}\infty$, sechsseitige Durchschnitte $\infty P = 130^\circ 2'$ $\bar{P}\infty = 76^\circ 54'$ oder große rundliche Körner. Vergl. Fig. 71.	Sehr selten n. $\breve{P}\infty$ auch Durchkreuzungszwillinge.	1.M. $\perp \infty\bar{P}\infty$ $\breve{a} = \mathfrak{c}$. $\bar{b} = \mathfrak{a}$. $\acute{c} = \mathfrak{b}$; schwache Dispersion der Axen; $\rho < v$, großer Axenwinkel.	Doppelbrechung *positiv*, sehr stark.

sirende Mineralien:

einer Axenwinkel. Vergl. *monoklines* System.
äßigen Blättchen; kleiner Axenwinkel. Vergl. *monoklines* System.

eralien.

Mineralien.

(opt. *A.E.* || *oP*).

be und rke der icht-chung.	Pleo-chrois-mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Schliffe *rblos*, lten nlich; *auhe hliff-rfläche*, elief rkant. 1·678.		Besitzt eine rauhe Schliff-oberfläche; charakteri-stisch ist die Art der *Zer-setzung*, auf den Sprüngen anfangend, in gelbrothen, braunen oder grünlichen *Ser-pentin*, ferner *Picotit-einschlüsse*. Vergl. Fig. 70. Theils in scharfen *Kry-stallen*, theils in *Fragmenten* solcher oder in unregelmäßi-gen Körnern. Gemengtheil I. O.; in gla-sigen Eruptiv-gesteinen, auch in win-zigen Krystal-len, sonst nur als Ein-sprengling.	Haupt-sächlich mit Augit, Plagioklas, Nephelin, Leucit. Auch mit Horn-blende und Biotit. Fast nie mit pri-märem Quarz oder Orthoklas.	Ziemlich arm; außer den winzigen brau-nen Picotit-octaedern noch Glas-, selten Flüssigkeits-einschlüsse, Magnetit. Sehr selten andere mine-ralische Ein-schlüsse.	Am häufigsten in Serpentin (vergl. Aggre-gate), wobei die Picotit-einschlüsse erhalten blei-ben. Auch in ein braunes, faseriges Ag-gregat; in Pi-kriten auch Pseudomor-phosen von Calcit nach Olivin. Bei der Zer-setzung Aus-scheidung von Eisen-oxydhydrat, Magneteisen auf den Klüf-ten. Total zersetzte, sehr eisenreiche Olivine stets in scharfen, tafeligen Kry-stallen im Limburgit von Sasbach wurden Hyalosiderit genannt.	Als primärer wesentlicher Gemengtheil in *allen ba-saltischen Gesteinen*, in *Olivinfels* und Pikrit, Melaphyr, Olivin-Gab-bro, -Norit und -Diabas. (In krystal-linischen Schiefer-gesteinen?) Auch in ge-wissen Glimmer-porphyriten.	Vom Quarz leicht in iso-tropen Schnit-ten unter-scheidbar; vom Zoisit durch die Krystall-form (nie in langen Nadeln) und Polari-sationsfarben; von farblosen Augiten durch die Spaltbar-keit in auf *c* senkrechten Schnitten; vom Sanidin durch die rauhe Ober-fläche und die überaus leb-haften Polari-sationsfarben leicht zu unterscheiden.

β. In Schnitten ∥ *oP* Axenbil

aa.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.
1. Sillimanit.	$(Al_2)SiO_5$ Von Säuren unangreifbar.	3·23—3·24	∥ ∞P̄∞; Absonderung der dünnen Nadeln ∥ *oP*.	*Säulenförmige* Individuen, ohne terminale Formen. ∞*P* 111°. Vergl. Fig. 72.		*A.E.* ∥ ∞P̄∞ 1. M. ⊥ *oP* ć = c b̄ = a ă = b kleiner Axenwinkel ρ 44°; starke Dispersion.	Doppelbrechung *positiv*, sehr stark.
2. Staurolith.	$H_2R_3(Al_2)_6$ Si_6O_{34} $R = 3Fe + 1Mg$. In Säuren unlöslich.	3·34—3·77	∞P̆∞ *v.* ∞*P unv.* Absonderung ∥ *oP*.	Selten unregelmäßige Körner. *Kryställchen* ∞*P*.∞P̆∞. *oP*. ∞*P* 128° 42′.	*Durchkreuzungszwillinge*, wobei sich die *c-Axen* recht- oder *schiefwinkelig* durchschneiden. Mikroskopisch selten. Vergl. Fig. 22 und 73.	*A.E.* ∥ ∞P̄∞ 1.M. ⊥ *oP*. ć = c b̄ = a ă = b (Dispersion schwach, ρ > *v*.)	Doppelbrechung *positiv*, stark.

ıg in diesen positiv.

inie auf oP.

›e und ·ke der icht- chung.	Pleo-chrois-mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
rblos, : durch $e_2 O_3$ Sprün- ı roth färbt. =1·660.		In *äußerst dünnen langen Nadeln*, meist in größerer Anzahl, oft *fein verfilzt* und parallel gelagert, *im Quarz*, *Cordierit*, und anderen Mineralien eingewachsen. Vergl. Fig. 77.	Mit Quarz, Orthoklas, Biotit und Muscovit.	Sehr arm. Flüssigkeitseinschlüsse.		Als primärer accessorischer Gemengtheil in *krystallinischen Schiefergesteinen*; selten.	Vom Zoisit durch den Charakter der Doppelbrechung und Polarisationsfarben; vom Andalusit durch den Charakter der Doppelbrechung und Spaltbarkeit zu erkennen.
t- oder *nkel-braun*. ›f sehr *rkant*. ? = ·526.	Gut erkennbar, besonders in Längsschnitten. c = dunkelbraun. a = b wenig verschieden = lichtgelb.	In großen und in *kleinen Kryställchen*. Charakteristisch sind die zahlreichen Einschlüsse.	Mit Quarz, Orthoklas, Glimmer und Granat.	Häufig sind Einschlüsse von *winzigen Quarzkörnchen*, Bitumen, Eisenglanz.		Als primärer accessorischer Gemengtheil in *krystallinischen Schiefergesteinen*, besonders Glimmerschiefern.	Durch die Farbe und den Pleochroismus gut charakterisirt.

Name.	Chemische Zusammen-setzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbar-keit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppel-brechung.	Aus-löschu[ng]-richtun[g]
8. En-statit.	$Mg\,Si\,O_3$ Von Säuren sehr schwer *angreifbar.*	3·1—3·29. (3·153)	‖ ∞ *Pv.*; $\infty\bar{P}\infty$. $\infty\breve{P}\infty$. Längs-schnitte *wie faserig.* ∞P ca. 92° Absonde-rung ‖ *oP*.	*Lang säulen-förmig* $\infty P . \infty\breve{P}\infty$. $\infty\bar{P}\infty . m\breve{P}\infty$. Achtseitige Querschnitte mit 2 vorherr-schenden Flächen-paaren, *ähnlich* dem *monoklinen* Augit.		*NB.* Die Aufstellung ist so gewählt, daß $\infty P = 92°$ *vorne* liegt: *A.E.* ‖ $\infty\breve{P}\infty$ 1.M. ⊥ *oP*. $\acute{c} = \mathfrak{c}$ $\bar{b} = \mathfrak{b}$ $\breve{a} = \mathfrak{a}$. Vergl. Fig. 7 wie Bronzit. Der positive Axenwinkel mit dem Eisengehalte wachsend. Dispersion nicht stark, $\rho > v$ deutlich. [Vergl. Zirkel: Min. p. 597. Nach Tscher-mak's Auf-stellung ist im Enstatit und Bronzit die optische Orien-tirung fol-gende: *A.E.* ‖ $\infty\bar{P}\infty$ $\acute{c} = \mathfrak{c}$ 1. *M.* $\bar{b} = \mathfrak{a}$ $\breve{a} = \mathfrak{b}$] Vergl. Fig. 74.	Doppel-brechung *positiv*, ziemlich stark; *schwächer!* als die der *monoklinen* Augite.	

Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Farblos bis grünlich. Relief markant.		In unregelmäßigen länglichen säulenförmigen Individuen, die ‖ *c eine Längsstreifung*, wie *Faserung*, zeigen. Vergl. Fig. 75. Seltener in meist zersetzten Krystallen. Oefters verwachsen ‖ *c* mit monoklinen Augiten.	Mit Plagioklas, Olivin und monoklinen Augiten.	Sehr arm.	In Serpentin mit Talkbildung. *In Bastit*, vergl. diesen. Zersetzung ähnlich der Serpentinisirung des Olivins, doch sind meist die Krystallumrisse erhalten.	In *basischen porphyrischen Eruptivgesteinen* als wesentlicher und accessorischer Gemengtheil. Mit Olivin in *Olivinfels*. Selten in quarzführenden Gesteinen, wie Quarzporphyr; in Porphyriten, Diabasporphyriten, Melaphyren; auch in Gabbro und Norit.	Vom Olivin schon durch die Faserung ‖ *c* unterscheidbar; vom Zoisit durch den Charakter der Doppelbrechung und die Polarisationsfarben; vom Sillimanit durch die Form (nie in so winzigen Nadeln) und Spaltbarkeit. Unterscheidet sich vom folgenden Mineral nur durch den Mangel des Eisengehaltes.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Character und Stärke der Doppelbrechung.	A… lösch… richt…
4. Bronzit.	$m(Mg\,Si\,O_3) + n(Fe\,Si\,O_3)$. Von Säuren unangreifbar.	3—3·5 (3·12—3·25).	v. ∞P. und Theilbarkeit nach $\infty \breve{P} \infty$.	*Langsäulenförmig* $\infty P . \infty \breve{P} \infty$ $\infty \bar{P} \infty$ vorwaltend; $\frac{2}{3}P . \frac{2}{3}\breve{P}\infty$, sehr *ähnlich* dem *monoklinen* Augit.	Nicht selten sind die großen Bronzitspaltungsblätter $\parallel \infty \breve{P} \infty$ wie *geknickt*, wellig, durch wiederholte *Zwillingsbildung* nach $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$. Selten in porphyrischen Eruptivgesteinen *knieförmige Zwillinge* nach $m\breve{P}\infty$, in sternförmigen Krystallgruppen.	Wie *Enstatit*. [Nach Tschermak bald $c = \mathfrak{c}+$ bald $c = \mathfrak{a}-$] Großer Axenwinkel. 69°—90°. Bildet den Uebergang von Enstatit zum Hypersthen.	Doppelbrechung positiv wie *Enstatit*; bei den auf die Mittellinien senkrechten Schnitten d. i. $\parallel oP$ und $\infty \bar{P} \infty$ ist bloß ein sich öffnendes Kreuz mit Spuren von Lemniskaten sichtbar. In Schnitten senkrecht auf eine optische Axe ein oder kein Ring sichtbar.	
5. Anthophyllit.	$n\,Mg\,Si\,O_3 + Fe\,Si\,O_3$. Von Säuren nicht angreifbar.	3.187 — 3·225.	$\parallel \infty \bar{P} \infty$ ∞P, $\infty \breve{P} \infty$ *unv.* [Nach Tschermak unv. $\parallel \infty \breve{P} \infty$, schalige Absonderung nach $\infty \bar{P} \infty$.] $\infty P =$ ca. 125°, resp. 55°.	In blättrigen Massen, sehr selten in Krystallen. *Querschnitte* wie die der *monoklinen Hornblende*.		*A.E.* $= \infty \breve{P} \infty$ 1. *M.* $\perp oP$ $\acute{c} = \mathfrak{c}$ $\bar{b} = \mathfrak{b}$ $\breve{a} = \mathfrak{a}$ Dispersion deutlich um $\mathfrak{c} = v > \varrho$, großer Axenwinkel. Vergl. Fig. 8.	Doppelbrechung *positiv*, stark.	

ri-as-m.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
er-nz-en sei-sicht *haft* beim so-en git.	$\beta = 1{\cdot}639$ dunkelbraun.	Sehr gering.	Theils in *großen* unregelmäßigen *Körnern* in den grobkörnigen Gesteinen, theils in scharf ausgebildeten *Kryställchen* in den porphyrischen Eruptivgesteinen.	Mit Olivin, Plagioklas, monoklinem Augit, Magnetit; wie Enstatit.	Einschlüsse brauner rechteckiger Blättchen oder opaker Nädelchen $\parallel \infty \breve{P} \infty$ (resp. nach Tschermak $\parallel \infty \bar{P} \infty$) gelagert. Glaseinschlüsse.	*Bastitartig*, in ein grünes Faseraggregat mit Fe_3O_4- oder Fe_2O_3-Ausscheidung.	Wie *Enstatit*, accessorischer primärer Gemengtheil. Manchmal als Vertreter des monoklinen Augits als wesentlicher Gemengtheil. Auch in *jüngeren basischen Eruptivgesteinen* und grobkörnigen älteren.	Vom monoklinen Augit nur durch die Untersuchung der Querschnitte und stets gerade Auslöschungsrichtung der Längsschnitte, vom Hypersthen schon durch den Pleochroismus und Charakter der Doppelbrechung, von Hornblende und Biotit durch den Mangel des kräftigen Pleochroismus unterscheidbar.
aft.	*Dunkelbraun.* $\beta\varrho = 1{\cdot}636$ Relief wenig markant.	*Stark pleochroitisch;* parallel zur Streifung ($\parallel c$) grünlichgelb, senkrecht darauf rothbraun.	Aehnliche Einschlüsse wie im Bronzit; die Längsschnitte meist wie gefasert in Folge der Spaltbarkeit.	Mit Olivin, Plagioklas, Augit und Hornblende.	Einschlüsse winziger brauner und grünlicher, oft regelmäßig angeordneter glimmerähnlicher Blättchen; sonst sehr arm an Einschlüssen. Magnetit.		*Sehr selten* accessorisch als secundärer Gemengtheil. Zersetzungsproduct des Olivins im Gabbro und Olivinfels.	Vom Biotit durch die Spaltbarkeit, Stärke des Pleochroismus und Größe des Axenwinkels, von der Hornblende durch die optische Orientirung, vom Bronzit und Hypersthen durch den Pleochroismus (die Axenfarben) und die Spaltbarkeit zu unterscheiden.

bb. Austritt der 2. Mi

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Auslöschun richtun
1. Hypersthen.	Wie Bronzit, doch bei weitem eisenreicher.	3·3—3·4 (3·34).	∞P. *v.* $\infty\breve{P}\infty$, schalige Absonderung $\infty\bar{P}\infty$ *unv.* $\infty P =$ ca. 92°.	Große, unregelmäßige *Körner* und winzige *Säulchen* von der Combination $\infty P . \infty\breve{P}\infty$ $\infty\bar{P}\infty$, auch: $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ $2\bar{P}\infty . \frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$.	Bei den Krystallen knieförmige Zwillinge, wie beim Bronzit.	$A.E. = \infty\breve{P}\infty$ 2. M. $\perp$ *oP* 1. *M.* $\perp \infty\bar{P}\infty$ $\acute{c} = \mathfrak{c}$ $\bar{b} = \mathfrak{b}$ $\breve{a} = \mathfrak{a}$ Vergl. Fig. 5. Großer Axenwinkel. Dispersion um $\mathfrak{a} = \rho > v$, schwach. [Nach Tschermak's Aufstellung kommt der spitze ∞P-Winkel nach vorne, dann $A.E. = \infty\bar{P}\infty$ $\acute{c} = \mathfrak{c}$ $\bar{b} = \mathfrak{a}$ $\breve{a} = \mathfrak{b}$.] Vergl. Fig. 74.	‖ *oP* positiv, ‖ $\infty\bar{P}\infty$ *negativ.* Schwächer als bei den monoklinen Augiten. Vergl. Bronzit.	

… (+) *auf oP.*

…	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…lich …aft. …gl. …sit.	Lichtdunkel*braun*; schwarz durch Einschlüsse. $\beta = 1{\cdot}639$.	*Stark*, besonders in den Längsschnitten und in etwas dickeren Schnitten. Axenfarben: $\mathfrak{a}$ hyacinthroth, $\mathfrak{b}$ röthlichbraun, $\mathfrak{c}$ graulichgrün. Abs. $\acute{c} > \breve{a} > \bar{b}$	In großen, unregelmäßigen *Körnern* in den körnigen *älteren*, in kleinen, augitähnlichen *Kryställchen* in den *jüngeren* porphyrischen Eruptivgesteinen. Primärer Gemengtheil I. O.	Mit Plagioklas, Olivin und monoklinem Augit.	In den großen Körnern mit der ausgezeichneten *Absonderung* $\parallel \infty\breve{P}\infty$, wodurch dieselben wie gestreift aussehen, sind manchmal *zahllose Einschlüsse* brauner oder violetter rectangulärer Blättchen. Vergl. Fig. 50. In den *Kryställchen* kommen manchmal regelmäßig angeordnete Einschlüsse opaker Nädelchen vor. Sonst *arm* an Einschlüssen. Glaspartikel.	Der Hypersthen zersetzt sich öfters in ein ähnliches, der $\acute{c}$-Axe paralleles *Faseraggregat* von schmutzigbrauner oder grünlicher Farbe, wie der Enstatit; die Zersetzung beginnt auch hier zuerst auf den Spaltsprüngen und besonders auf den zur $\acute{c}$-Axe senkrechten. Es ist eine *»bastitartige« Zersetzung.*	In Körnern im *Gabbro*, *Noriten;* in *jüngeren* Eruptivgesteinen: besonders in Augit-*Andesiten* und olivinarmen Feldspathbasalten. Als primärer, wesentlicher Gemengtheil und neben monoklinem Augit.	Vom Bronzit durch den Charakter der Doppelbrechung und den starken Pleochroismus, vom monoklinen Augit oft nur durch Untersuchung im Condensor, besonders in Querschnitten, und an der schwächeren Doppelbrechung, vom Biotit durch das Fehlen der ausgezeichneten Spaltbarkeit, von der Hornblende durch optische Orientirung und Prismenwinkel zu unterscheiden.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au… lösch… richt…
2α. Protobastit (Diaklasit).		3·054.						
β. Bastit.	Wie Bronzit, H_2O Gehalt.	2·6—2·8	$\infty\breve{P}\infty$. ∞P.	Theils in ziemlich scharf *ausgebildeten Krystallen*, theils in *Körnern* von säulenförmiger Gestalt und in *unregelmäßigen blättrigen* Individuen. $\infty P = 93°$.	Sehr selten. Durchkreuzungszwillinge.	*A.E.* $\parallel \infty\bar{P}\infty$ 2. M. $\perp oP$ 1.M. $\perp \infty\breve{P}\infty$.	In Schnitten $\parallel oP$ positiv; *negativ* also $\acute{c} = \mathfrak{c}$ $\bar{b} = \mathfrak{a}$ $\breve{a} = \mathfrak{b}$ Vergl. Fig. 2. Ziemliche Disp. $\varrho > v$ um $\mathfrak{a}$; ziemlich stark doppeltbrechend, wie Hypersthen.	

Unterscheidung der rhombischen A…

Die 3 rhombischen Augite: Enstatit, Bronzit und Hypersthen, unterscheiden sich im Allg… nen nur durch den Eisengehalt und damit im Zusammenhange durch die Größe des in der E… $\parallel \infty\breve{P}\infty$ liegenden optischen Axenwinkels; bei den eisenarmen ist die 1. Mittellinie ($= \acute{c}$) $\perp$… bei den eisenreichen wird $\acute{c}$ zur 2. Mittellinie ($\perp oP$); bei den Querschnitten beider Varietäten … demnach positive Doppelbrechung zu beobachten, es wäre nur die Größe des Axenwinkels … gebend, ob der spitze Winkel $\parallel oP$ oder $\parallel \infty\bar{P}\infty$ sichtbar ist. Auch der Pleochroismus gibt im A… gemeinen keinen Aufschluß, da nur die sehr eisenreichen Hypersthene den erwähnten kräfti… Pleochroismus zu zeigen scheinen. Protobastit und dessen Zersetzungsproduct, der Bastit, ha… aber die optische Axenebene $\parallel \infty\bar{P}\infty$; eine bastitartige Zersetzung zeigen auch die oben erwäh… rhombischen Augite.

Von den monoklinen lassen sich die rhombischen Augite, abgesehen von der optischen Ori… tirung, auch schon durch die viel schwächere Doppelbrechung und geringere Lebhaftigkeit der Pola…

i- ts- a.	Farbe und Stärke der Licht-brechung.	Pleo-chrois-mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
ich t.	Licht — *gelblich.*	Sehr schwach. Abs. $c > a$ u. b.	Protobastit, *frisch* und einschlußfrei, zeigt manchmal den *Beginn* der *faserigen Zersetzung* zu Bastit, indem ‖ $\acute{c}$ Faserung auftritt.	Mit Plagioklas, Olivin, monoklinem Augit, Magnetit.	Manchmal ähnliche Einschlüsse wie der Hypersthen und Bronzit. Einschlüsse von Picotit, Chromit.	In *Bastit.*	Als primäres wesentliches oder accessorisches Mineral in gewissen Gabbrogesteinen und porphyrischen Augitplagioklasgesteinen.	Von Enstatit und Bronzit nur durch die optische Orientirung (Lage der 1. M.) unterscheidbar.
ig ft.	Schmutzig-*hellgrün.*		Häufig mit Olivin resp. Serpentin verwachsen. Auf $\infty \breve{P} \infty$ einen metallartigen Schillerglanz. *Feinfaserig parallel* der *Verticalaxe* gestreift. Zeigt *öfters noch Reste des frischen* Enstatit, resp. *Protobastitminerals.*			Der *Bastit* selbst ist immer ein *Zersetzungsproduct rhombischer* Augite.	Als secundäres Zersetzungsproduct rhombischer Augite in Olivinfels, Gabbro, Norit, Andesiten, selten in Melaphyren, Diabasporphyriten.	Von Serpentin durch die der Verticalaxe parallele Faserung, von Chlorit durch die weniger vollkommene und nicht ‖ *oP* gehende Spaltbarkeit, wie durch den schwächeren Pleochroismus, endlich fast immer durch die Pseudomorphosen nach Augitkrystallen erkennbar.

tereinander und von den monoklinen.

ionsfarben unterscheiden. Die isotropen Schnitte senkrecht auf eine der optischen Axen des noklinen Augits zeigen 2—3 Ringe und Balken, die des rhombischen Augits von derselben Dicke inen oder höchstens einen Ring.

Die Polarisationsfarben der rhombischen Augite sind in sehr dünnen Schliffen gewöhnlich gelbh-weiß I. O., ‖ *oP* und $\infty \bar{P} \infty$ (beim Bronzit und Hypersthen, Enstatit zeigt lebhaftere Polariionsfarben), in diesen Schnitten ist auch eine zweiaxige Interferenzfigur beobachtbar; bei den noklinen blau bis roth, grün und seitlicher Austritt einer der optischen Axen. Endlich löschen ɔ. p. L. bei den rhombischen Augiten alle der $\acute{c}$-Axe parallelen Schnitte gerade aus, bei denen der noklinen finden sich solche mit wechselnder (bis 45°) Auslöschungsschiefe zur $\acute{c}$-Axe.

Endlich fehlen den rhombischen Augiten die oft polysynthetischen Zwillinge ‖ $\infty P \infty$ der noklinen (im Querschnitte besonders gut sichtbar).

γ. **In Schnitten ‖ oP Axenbild sicht**

aa. Austritt der 1. M

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Aus löschu richtun
1α. Andalusit.	$(Al_2)\ Si\ O_5$. Säuren sind ohne Wirkung.	3·10—3·17	Prismatisch ∞P. unv. nach $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$. und $\bar{P} \infty$. $\infty P =$ 90° 50′, Absonderung ‖ oP.	Seltener *Körner; lange Säulen* $\infty P . oP . \bar{P} \infty$. Quadratische Querschnitte, lange rechteckige Längsschnitte.		$AE \parallel \infty \breve{P} \infty$ 1. M. ⊥ oP $\acute{c} = \mathfrak{a}$ $\bar{b} = \mathfrak{b}$ $\breve{a} = \mathfrak{c}$. Großer Axenwinkel.	Doppelbrechung *negativ*, stark.	
β. Varietät des Andalusit's: **Chiastolith.**	„	2·9—3·1.	$\infty P v$. $\infty P =$ 91° 40′.	*Lange Säulen* $\infty P . oP$; nicht in Mikrolithenform.				

…brechung in diesen negativ.

…uf oP negativ.

…	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…r …rt.	*Farblos; fleischroth* gefärbt. Relief sehr *markant*. $\beta\varrho = 1{\cdot}638$.	Sehr *stark*. $\mathfrak{a}$ = dunkelblutroth $\mathfrak{b}$ = ölgrün $\mathfrak{c}$ = olivengrün. Abs. $\acute{c} > \bar{b} > \breve{a}$	Selten in Körnern, fast immer in säulenförmigen Individuen. Wie der Staurolith, manchmal so stark von Einschlüssen erfüllt, daß von der Andalusitsubstanz nur wenig zu sehen ist. Oft in radialstrahligen Aggregaten langer dünnerNadeln.	Mit Quarz, Orthoklas, Biotit, Muscovit.	Bald sehr arm an solchen, bald, wie in metamorphischen Schiefern, sehr reich an Quarzkörnchen, Bitumeneinschlüssen und Biotitblättchen.	Häufig in ein *grünliches, faseriges Aggregat zersetzt*, das eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Zersetzungsproduct des Cordierits hat.	Als primärer accessorischer Gemengtheil im *Granit* und in *krystallinischen Schiefergesteinen*, wie: Glimmerschiefer, Granulit. Als *metamorphisches* Mineral in den Contactschiefern, Hornfels.	Unterscheidung von farblosem Augit durch den meist vorhandenen Pleochroismus (rothgrün) und durch die stets gerade Auslöschung, vom Enstatit durch den Charakter der Doppelbrechung, vom Hypersthen durch Farbe und Charakter der Doppelbrechung, vom Zoisit durch Pleochroismus, Form der Durchschnitte, Säulenwinkel und Lage der 1. M.; vom Sillimanit oft schwer, wenn in winzigen Nadeln auftretend, zu unterscheiden; Sillimanit kommt gewöhnlich in winzigen Nädelchen, Andalusit in größeren Säulen oder Körnern vor; außerdem sind sie noch durch Pleochroismus, Säulenwinkel und Spaltbarkeit von einander verschieden.
			Die Querschnitte weisen eine *eigenthümliche Structur* auf, im Centrum und an den 4 *Ecken* sind *quadratische* Kerne, *Einschlüsse kohliger Substanz*, gelagert; überhaupt eigenthümlich regelmäßig angeordnete Einschlüsse kohliger Partikel häufig. Vergl. Fig. 76.		Bitumen, Muscovit-Biotitblättchen.	Aehnlich wie Andalusit; ganze Pseudomorphosen von Quarz, Muscovit und chloritischer Substanz nach Chiastolith.	In *metamorphischen* Schiefergesteinen (Contact am Granit) selten.	Durch die regelmäßigen Einschlüsse charakterisirt.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.
Cordierit (Dichroit).	$Mg_2 (R_2) Si_5 O_{18}$ $(R_2) = Al_2$ und Fe_2. Von Säuren fast unangreifbar.	2·59—2·66	$\infty \breve{P} \infty$. unv. $\bar{P} \infty$. $\infty P =$ 119° 10′	In großen Körnern und in kleinen Krystallen. ∞P. $\infty \breve{P} \infty . oP$. Sechsseitige Querschnitte und rechteckige Längsschnitte.	Wenn in Krystallen, so öfters *Durchkreuzungszwillinge* und Vielinge *nach* ∞P. selten nach $\infty \breve{P} 3$. Vergl. Fig. 23 u. 78.	*A.E.* $\infty \bar{P} \infty$ 1. M. ⊥ *oP* $\acute{c} = \mathfrak{a}$ $\bar{b} = \mathfrak{c}$ $\breve{a} = \mathfrak{b}$. Axenwinkel ziemlich groß, Disp. schwach $\varrho < v$.	*negativ*, wenig energisch.
Pinit (Zersetzungsproduct des Cordierits)				*Große Krystalle* = $\infty P . \infty \breve{P} \infty . \infty \bar{P} \infty . oP$			

bb. Austritt der

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.
Zoisit.	$H_2 Ca_4 (Al_2)_3 Si_6 O_{26}$. Von Säuren schwer angreifbar, wohl aber geglüht, mit gallertartiger $Si O_2$-Abscheidung löslich.	3·22—3·36	$\infty \breve{P} \infty$ *s. v.*, Absonderung ‖ *oP*.	Längliche Körnchen und lange *quergegliederte Säulen* $\infty P . \infty \breve{P} \infty$; vergl. Fig. 79 sechsseitige Querschnitte. $\infty P =$ 116° 26′.		*A.E.* ‖ $\infty \breve{P} \infty$ immer $\breve{a} = \mathfrak{c}$ = $\bar{b} = \mathfrak{b}$ $\acute{c} = \mathfrak{a}$ oder wenn *A.E.* ‖ *oP* $\bar{b} = \mathfrak{a}$ $\acute{c} = \mathfrak{b}$; stehr starke Dispersion $\varrho < v$ um $\mathfrak{a}$!; (wenn *AE* ‖ *oP*, so Disp. $\varrho > v$).	In *oP* Austritt der 2. negativen M. *positiv* schwache Doppelbrechung.

…	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
ich aft … z.	*Violblau*, in sehr dünnen Schliffen *farblos*. $\beta = 1{\cdot}54 - 1{\cdot}56$.	In dickeren Schliffen sehr gut erkennbar, *sehr stark*. $\mathfrak{a}$=gelblichweiß $\mathfrak{b}$=hell—berlinerblau $\mathfrak{c}$ = dunkelberlinerblau. Abs. $\bar{b} > \breve{a} > \dot{c}$	Immer in größeren Individuen, nie in Mikrolithen; in rundlichen großen *Körnern* oder in kleinen *Krystallen*; letzteres in Eruptivgesteinen. Metamorphisches Mineral.	Mit Quarz, Orthoklas und Biotit. Mit Plagioklas, Quarz, Sanidin, Augit, Pleonast. Korund.	Flüssigkeitseinschlüsse, Sillimanitnädelchen, Pleonastkrystalle, Zirkon, Glaseinschlüsse.	Sehr häufig, besonders wenn in Körnern oder großen Krystallen auftretend, auf den Sprüngen oder vollständig (*Pinit*) in ein grünliches *Faseraggregat* zersetzt, ähnlich dem Andalusit. Vergl. Fig. 77.	Selten, als accessorischer primärer Gemengtheil in *Granit*, Quarzporphyr (Pinit), und in Körnern im *Gneiß*. In Krystallen in *trachytischen* Gesteinen selten (Zwillinge!) und in trachytischen vulkanischen Auswürflingen.	In dünnen Schliffen und in Körnern oft sehr Quarzähnlich, doch an den Zersetzungserscheinungen auf den Sprüngen und im c. p. L. gut zu unterscheiden; wenn in Krystallen, so durch Farbe, Pleochroismus gekennzeichnet.
ge- pla- ion.	Grün, farblos.		Total *aus winzigen Fäserchen und Blättchen* bestehend.	Mit Quarz, Orthoklas, Biotit.				Makroskopisch an der Krystallform und an der Zersetzung leicht erkennbar.
Mittellinie auf oP.								
st ig aft, u- u.	Farblos —weiß. $\beta\varrho = 1{\cdot}70$. *Relief sehr markant*.		Charakteristisch sind die *Quersprünge* an den *langen Säulen* und die Einschlüsse. Vergl. Fig. 79.	Mit Quarz, Omphacit, Granat, Glimmer, Hornblende.	Sehr häufig sind *Flüssigkeitseinschlüsse*.	Oefters an den Rändern getrübt.	Häufig, in *krystallinischen Schiefergesteinen* wie Eklogiten und besonders Amphiboliten.	Von Apatit leicht durch die optischen Eigenschaften, von Andalusit an der Spaltbarkeit in *oP* parallelen Schnitten, ferner an dem Pleochroismus und den Polarisationsfarben, von Sillimanit an den Polarisationsfarben und der optischen Orientirung (sinkt nie wie Sillimanit zu Mikrolithenform herab), von Olivin durch die Krystallform, Polarisationsfarben (optische Untersuchung, Stärke der Dispersion), von Enstatit an der optischen Orientirung, den Polarisationsfarben, der Spaltbarkeit und dem ∞P-Winkel zu unterscheiden.

II. b. 2. Monokli

α. Scheinbar hexagonal (resp. rhombisch) kryst

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter u Stärke der Doppelbrechung.
1. Glimmergruppe:							
a. Meroxen (Biotit).	$m\overset{I}{R}_4\,SiO_4$ $n\overset{II}{R}_2\,SiO_4$ $v(\overset{VI}{R_2})\,Si_3O_{12}$ $\overset{I}{R} = K, H, Na,$ $\overset{II}{R} = Fe, Mg,$ $(R_2) = Al_2, Fe_2$. Von HCl wenig, von H_2SO_4 vollständig zerlegt mit Kieselskelettbildung. Nach Tschermak Mischungen von $H_3\,K_3\,(Al_2)_3\,Si_6\,O_{24}$ und $Mg_{12}\,Si_6\,O_{24}$ im Verhältniß von 1:1 oder 2:1.	2·8—3·2.	∥ *oP s. v.* Trennungen entsprechend den Druck- oder *Gleitflächen* $-\not{P}3$ und $\frac{1}{2}\not{P}\infty$.	∞P *fast* 120°. $\infty P . \infty\not{P}\infty$ *oP.* *dünne Tafeln oder kurze Säulen.* Querschnitte (∥ *oP*) *sechsseitige Tafeln ohne* Spaltrisse, öfters aber mit *Gleitflächen*, drei unter 60° sich kreuzende Strichsysteme und *Längsschnitte* (∣ der *c*-Axe) rechteckig *mit zahlreichen Spaltrissen, parallel den langen Seiten.* Vergl. Fig. 80 u. 81.	Selten. Zwillingsebene ∞P; die beiden Individuen aber übereinandergeschoben sich in einer fast *oP* parallelen Ebene berührend; auch öfters mehrere Zwischenlamellen eingeschaltet. Nur letztere i. p. L. erkennbar.	*A.E.* ∣ $\infty\not{P}\infty$ (*Glimmer* 2. *Art*). *A.E.* parallel zwei gegenüberliegenden Seiten ($\infty\not{P}\infty$) des Sechseckes und zusammenfallend mit einer Schlaglinie. **1.M.** = *a* wenig von der Senkrechten auf *oP* abweichend. Axenwinkel meist sehr klein = 5°—13°, sehr wechselnd, manchmal sehr groß. *Disp.* $\varrho < v$. Vergl. Fig. 19. Der Axenwinkel nimmt mit zunehmendem Eisengehalte zu.	In Folge d scheinbar durchaus ge raden Auslöschung und des kleinen Axenwinkels w *hexagonal* oder, da di 1. M. wenig von der Nor malen auf o abweicht, *scheinbar rhombisch.* *Negativ.*

neralien.

höchst vollkommen || *oP* spaltbar.

und der t- ing.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
n- rz, el- i. 61.	Querschnitte fast gar keinen Pleochroismus zeigend. In Längsschnitten sehr stark, stärker als Hornblende. $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ wenig verschieden. *In Längsschnitten parallel der c-Axe* (=den kürzeren Seiten des Rechteckes) $\mathfrak{a}$ = gelb — *hellbraun*; *senkrecht zur ć-Axe* (parallel den längeren Seiten) $\mathfrak{c}$ = *dunkelbraun — schwarz.* Abs. = $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.	Primärer Gemengtheil I. O. Theils in großen Krystallen (in Eruptivgesteinen) oft geknickt oder zertrümmert oder mit breitem, opacitischen Randsaum; oder in winzigen unregelmäßigen Blättchen, besonders in den krystallinischen Schiefern, oder in der Grundmasse vertheilt (Gemengtheil II. O.) wie im Basalt u. a. Gesteinen.	Meist mit Quarz und Orthoklas; mit Hornblende; seltener mit Augit und Olivin.	Meist frei von Einschlüssen. Oefters jedoch zahlreiche, büschelig geordnete Epidotnädelchen (vergl. Zersetzung), oder sehr regelmäßig unter 60° geordnete lange dünne Rutilnadeln, Apatit, Zirkon.	In *Chlorit-ähnliche Mineralien* mit *Epidot* und *Calcit sehr häufig.* Bei der Zersetzung verliert der Biotit die braune Farbe, wird grün, zwischen den Blättern scheidet sich Calcit in Linsenform ab und es treten Epidotnädelchen auf. Vergl. Fig. 80 u. 81. Bei der Zersetzung des Biotit auch Abscheidung von Eisenhydroxyd oder Magneteisen an der Peripherie.	*Fast in allen Gesteinen. In vielen als wesentlicher primärer* Gemengtheil, eines der zuerst gebildeten Mineralien. Als *Zersetzungsproduct* des Augits, der Hornblende, selten des Olivins. Als *Contactmineral* in metamorphischen Schiefern.	Durch ausgezeichnete Spaltbarkeit und überaus kräftigen Pleochroismus leicht zu erkennen. Von Hornblende dadurch, daß die Querschnitte nicht pleochroitisch sind (und durch die Untersuchung i. c. p. L.). Die Längsschnitte lassen sich durch die an der Hornblende constatirbare schiefe Auslöschung unterscheiden. Vom Chlorit: dieser ist immer grün, nie so gut krystallisirt, schwächer pleochroitisch und meist büschelig angeordnet.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	[illegible]
b. *Rubellan.*	Wie Biotit resp. Meroxen; eisenreich.	Wie Meroxen.	Wie Meroxen.	Dünne große sechsseitige Tafeln.		Großer Axenwinkel.	**Wie Meroxen.**	
c. *Phlogopit.*	***Ein fast eisenfreier Magnesiaglimmer.*** Nach Tschermak Mischungen von $K_6(Al_2)_3 Si_6 O_{24}$; $H_8 Si_{10} O_{24}$ u. $Mg_{12} Si_6 O_{24}$, nahe im Verhältniß von 3:1:4.	2·75—2·97.	Wie Meroxen.	Wie Meroxen.	Wie Meroxen, auch Zwillinge nach ∞P mit nebeneinander gelagerten Individuen.	*A.E.* | $\infty \breve{P} \infty$ *a* fast ⊥ *oP* c : a = 2¼° Disp. $\varrho < v$ Axenwinkel ca. 15°.	**negativ wie Meroxen.**	[illegible]
d. *Anomit.*	Nach Tschermak Mischung von $H_2 K_4 (Al_2)_3 Si_6 O_{24}$ und $Mg_{12} Si_6 O_{24}$ im Verhältniß von 1:1 oder 2:1.		Wie Meroxen; auch hier wieder die Gleitflächen häufig sichtbar. Eine der Gleitflächen parallel $\infty \breve{P} \infty$	Wie Meroxen.		***A.E.* ⊥ $\infty \breve{P} \infty$ (*Gl. I. Art.*) *a fast* ⊥ *oP* Axenwinkel ca. 12—16° und weniger *Disp.* $\varrho > v$.**	***Negativ.***	

...d- ...ba- ...a.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
	Bräunlich-roth, *siegelroth*.		Erscheint oft wie ein fremder Einschluß; nur primärer Gemengtheil I. O. Ist *wohl bloß ein (pyrogen?) veränderter Biotit.*	Mit Augit, Olivin, Plagioklas, Nephelin oder Leucit.	Augitnädelchen, Eisenhydroxyd und regelmäßig unter 60° eingelagerte Mikrolithen wie im Meroxen.	Eisenhydroxyd abscheidend.	In *Basalten* und *Laven*.	Nur wegen der Farbe von Biotit unterschieden.
...le ...sen.	Gelb, *hellbraun*, rothbraun; wie Meroxen. Relief markant.	Sehr stark, doch *schwächer wie Meroxen*.	Meist in dünnen unregelmäßigen Blättchen.	Mit Calcit und Serpentin.	Sehr arm; wie im Rubellan regelmäßige Einlagerungen leistenförmiger Nädelchen.	Grün werdend, wie Meroxen.	In *körnigen*, selten dichten *Kalksteinen*, Dolomiten und in Serpentingesteinen.	Nur durch chemische Zusammensetzung und in der Farbe vom Meroxen verschieden.
	Rothbraun.	”	”	Mit Olivin, Augit und Aktinolith.		Grün — farblos werdend, wie oben. Bei Beginn der Zersetzung wird er trübe und enthält zahlreiche braune Körnchen eingeschlossen.	Selten; im Olivinfels.	

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	[illegible]
e. *Muscovit* (und Sericit).	$H_4\ K_2\ (Al_2)_3\ Si_6\ O_{24}$. Von Säuren unangreifbar.	2·76—3·1	*s. v.* ‖ *oP*; häufig Gleitflächen wie beim Meroxen.	In Gesteinen selten krystallisirt; sechsseitige Tafeln.	Wie Meroxen.	*A. E.* ⊥ ∞P̆∞ (*Gl. I. Art.*) $\mathfrak{a}$ wenig abweichend von $\mathfrak{c}$ fast ⊥ *oP*. Disp. $\varrho > v$. Axenwinkel meist groß, 60—70°. Vergl. Fig. 18.	negativ, stark.	[illegible]
2. Talk.	$H_2\ Mg_3\ Si_4\ O_{12}$. Von Säuren unangreifbar. Al-Reaction.	2·69—2·8	*s. v.* ‖ *oP*. (unv. ∞*P*)	Nie in Krystallen; in Gesteinen meist in winzigen unregelmäßigen Blättchen; wie Glimmer.		*A. E.* ‖ ∞P̆∞, ‖ einer *Schlaglinie*. $\mathfrak{a}$ fast ⊥ *oP*. (Nach Tschermak Axenwinkel ca. 17°.)	negativ schwach.	Sch… rho…

[illegible]	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
[illegible]	*Farblos*, lichtgrün, ölgrün.		Als primärer Gemengtheil I. O. in großen Blättern und Tafeln. In büscheligen und strahligen Aggregaten. Als secundäres Product in Aggregaten winziger unregelmäßiger Blättchen. In krystallinischen Schiefergesteinen in winzigen unregelmäßigen Blättchen.	Mit Quarz, Orthoklas, Biotit, Turmalin.	Sehr arm; selten Rutilnädelchen, Eisenglanztäfelchen oder Turmalinsäulchen. Zirkon.		Als *primärer* Gemengtheil in *Graniten*, besonders Turmalingraniten, und in *krystallinischen Schiefergesteinen*, besonders Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer, häufig. Als primärer Gemengtheil sonst in keinem anderen Eruptivgestein. Als *Zersetzungsproduct* in den Feldspäthen, Chiastolith, Liebenerit etc.	Durch die höchst vollkommene Spaltbarkeit und lebhaften Polarisationsfarben gut erkennbar, doch schwer vom Talk unter dem Mikroskop zu unterscheiden. *Sericit* ist nur ein talkähnlicher, weicher, fettig anzufühlender, nicht elastischer, lichtgrünlicher Muscovit, in dichten Aggregaten winziger, unregelmäßiger Blättchen in gewissen halbkrystallinischen Schiefergesteinen vorkommend.
[illegible]	Farblos, weiß, lichtgrün.		Meist in *regellos gelagerten verfilzten*, oder in *rosettenförmigen*, *radialstrahligen Aggregaten* winziger Blättchen.	Mit Quarz, Orthoklas, Glimmer oder mit Augit und Olivin.	Sehr arm. Biotit, Aktinolith. Wie Muscovit.		Als primärer Gemengtheil in manchen krystallinischen Schiefergesteinen. Nicht häufig. Als secundäres Product bei Zersetzung von eisenarmen Augiten und Hornblenden, besonders Enstatit hervorgegangen in Olivinfelsen und Serpentinen.	Unterscheidung des Muscovit von Talk: Der Muscovit kommt gewöhnlich in größeren, durch seine basale Spaltbarkeit ausgezeichneten Individuen oder in losen Blättchen, der Talk aber meist in Aggregaten dicht verfilzter, strahlig gruppirter, winziger Blättchen vor. Am sichersten ist nur die mikrochemische Untersuchung in isolirten Blättchen mit Kieselflußsäure.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au löschu richtu
8. Chlorit-gruppe. a. *Ripidolith.* (*Chlorit im eigentlichen Sinne.*)	Mischung von p ($2 H_2 O . 3 Mg O . 2 . Si O_2$) + q ($2 H_2 O . 2 Mg O . Al_2 O_3 . Si O_2$) $p : q = 1:2$	2·78—2·95	*s. v.* ‖ *oP*	*Blättchen und sechsseitige Tafeln* ∞ *P . oP* wie hexagonal. Wenn monoklin, so ∞ *P* . ∞ *P̶* ∞ . *oP*.		Anscheinend *hexagonal* (optisch einaxig), oft auch deutlich optisch zweiaxig *mit sehr kleinem Axenwinkel.* a ⊥ *oP*.	*Negativ*, sehr schwach.	Spaltb chen isotn Läng schni gerade lösche
b. *Helminth.*	Von $H_2 SO_4$ zersetzt.		„	Lange, *wurmförmig gekrümmte Säulchen.*	Sechsseitige Blättchen mit einspringendem Winkel.			
c. *Pennin.*	Vergl. Ripidolith. $p : q = 3:2$. Von *HCl* zersetzt.	2·61—2·77	„	Krystalle wie *rhomboedrisch oP . R* oder 3 *R* oder ∞ *R . R.*	Penetrations-Drillinge. (Zweiaxige Theile in 3 um 120° verschiedenen Stellungen in Blättchen ‖ *oP* sichtbar.)	Oft deutlich optisch *zweiaxig.*	Bald positiv, bald negativ; sehr schwach.	Län schn gerad lösch
d. *Kämmererit.*	$Cr_2 O_3$-Gehalt.	2·617—2·76	„	Unregelmäßige Blättchen anscheinend *P . oP.*		Deutlich optisch *zweiaxig.*		Spalt chen isot ba dopp brecl
e. *Klinochlor.*	$p : q = 2 : 3$ Von Säuren schwieriger zersetzt als die obigen.	2·65—2·78	„ Gleitflächen ähnlich dem Glimmer.	Krystalle von monoklinem Habitus. ∞ *P* . ∞ *P̶* ∞ *oP* u. a. ∞ *P* fast 120° In großen Blättern.	*Häufig Zwillinge* und Drillinge. Zwillingsebene eine Fläche der Hemipyramide 3 *P*.	*A.E.* ‖ ∞ *P̶* ∞ oft auch ⊥ ∞ *P̶* ∞. c fast ⊥ *oP*, um 12—15° abweichend von der Normalen auf *oP*. Großer Axenwinkel. *Disp.* $\varrho < v$.	Meist *positiv.*	c : c 12—
Anhang. f. *Chloritoid* und g. *Sismondin.*	$H_2 R (Al_2) Si O_7$; $R = FeO$ und etwas $Mg O$. Von conc. $H_2 SO_4$ zersetzt.	3·52—3·56	‖ *oP* Nicht so vollkommen wie bei den übrigen.	Detto. Tafeln.	Häufig *Tafeln* aus dünnen Blättern *zwillingsartig verwachsen*, die gegen einander um 120° verwendet sind.	*A.E.* ‖ ∞ *P̶* ∞ 1. M. weicht ca. 12° von der ⊥ *oP* ab.	Negativ, schwach.	a : c bis

i-ns-n.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
ig aft, ich, n.	Licht—*dunkelgrün.* (μ=1·575)	Sehr schwach.	Die Chlorite treten als Gesteinsgemengtheile meist nicht, wie die Glimmer, in größeren lamellaren, sechsseitigen Tafeln auf, sondern wie der Talk in *Aggregaten winziger, unregelmäßiger Blättchen*, radial gruppirt oder lose.	Mit Quarz, Orthoklas, Biotit, Muscovit als primärer Gemengtheil.	Sehr arm, Eisenoxyd und Eisenhydroxyd, Aktinolithnadeln, Rutilnädelchen.		Primär. Im Chloritschiefer öfters in Blättchen. — Als *Zersetzungsproduct* von Glimmer, Augit, Hornblende und Granat. Als *Zersetzungsproduct* nach Glimmer und Hornblende und eingewachsen in Mineralien der krystallinischen Schiefer, selten.	Von zersetztem oder grün gefärbtem Glimmer schwer zu unterscheiden. Die Chlorite sind als Gesteinsgemengtheil von einander sehr schwierig zu unterscheiden; nur der Klinochlor (auch der Ottrelit) ist durch den ausgezeichneten Pleochroismus, wie durch die häufige Verzwillingung gut charakterisirt, auch durch optische Untersuchung leichter bestimmbar. Der Ottrelit zeichnet sich durch die größere Härte, geringere vollkommene Spaltbarkeit, Fehlen der Lamellarität, zahlreichen Einschlüsse aus; auch chemisch (durch quantitative Analyse) unterscheidbar.
ie do-.	Lauch—bläulichgrün.	Schwach, in grünen Tönen.		„	„		*Selten* als Gesteinsgemengtheil in Blättchen, wie oben.	
	Pfirsichblüthenroth.		Oefters mit Klinochlor verwachsen.	Mit Olivin, Augit und Chromit.		Durch Zersetzung entfärbt er sich und wird talkähnlich.	Selten in Serpentinen.	
fter bei n ren ten, ro- ,.	*Dunkel öl-, lauch-, bläulichgrün.*	Oft sehr *stark*. In auf *oP* ⊥ Schnitten gelb, ‖ *c* lichtgrün, gelbgrün. ⊥ *c* blaugrün, dunkelgrün.	In größeren Blättern, jedoch nicht so ausgezeichnet lamellar wie Glimmer.	Mit Quarz, Orthoklas und Glimmer. Mit Augit, Hornblende, Olivin resp. Serpentin.	„		Primär, häufig in krystallinischen Schiefern, wie Chloritschiefer, und secundär in Serpentin.	
; - t.	*Dunkelgrün.*	Wie Klinochlor, ‖ *c* gelblichgrün, ⊥ *c* grünlichblau.	„	Mit Quarz, Orthoklas und Glimmer. Mit Augit, Rutil, Titanit, Glaukophan.	Flüssigkeitseinschlüsse sehr häufig, Rutilnädelchen.		Chloritoid in gewissen halbkrystallinischen Schiefergesteinen, Sismondin in Glaukophaneklogit selten.	

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.
h. *Ottrelit.*	$H_6 R_3 (Al_2)_2 Si_6 O_{24}$. $R = Fe, Mn$. Von $H_2 SO_4$ schwer angreifbar.	4·4 ?	*oP s. v.*; außerdem nach Becke nach ∞*P* mit Winkel von 110—120°.	Dünne, rundliche Tafeln. Rundliche Durchschnitte ‖ *oP* selten, langrechteckige, wenn die Schnitte gegen *oP* geneigt sind.	Wie beim Sismondin; ***polysynthetische Zwillingsstreifung*** ‖ *oP*.	Optisch zweiaxig. 1. M. ***ziemlich schief auf der vollkommenen Spaltfläche***; kleiner Axenwinkel.	Negativ, sehr schwach.

2. Krystal

***aa.* Optische Axenebene meist ⊥ ∞P̸∞; vol**

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.
1. a. Orthoklas.	$K_2 (Al_2) Si_6 O_{16}$ Von Säuren nicht angreifbar. Geringe Mengen von *Na*, *Ca*, *Fe*, *Mg*.	2·50—2·59 (2·57)	‖ *oP* und ∞P̸∞ *v*. Spaltungswinkel 89° 40′.	In Körnern oder theils säulenförmigen: *oP*.∞P̸∞. ∞*P*.2P̸∞. 2P̸∞.*P*, theils tafelartigen großen oder seltener in winzigen Krystallen. ∞P̸∞.∞*P*. *oP*.2P̸∞. P̸∞.	Sehr häufig. Vornehmlich nach folgenden 3 Gesetzen: Häufigste, 1. *das Karlsbader.* Zwillingsebene ∞P̸∞ in der Richtung der $\bar{b}$-Axe an- oder durcheinander gewachsen. 2. *Bavenoer Gesetz.* Zwillingsebene eine Fläche von 2P̸∞, besonders an säulenförmigen Individuen. 3. Selten das *Manebacher* Gesetz.	Optische *A.E.* meist ⊥ ∞P̸∞, gleichsinnig geneigt mit *oP* und bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 69° 11′. $\mathfrak{c} = \bar{b}$ $\mathfrak{a} : \dot{a} = 5°$. Wahrer Axenwinkel = 69°. Vergl. Fig. 14. Disp. der Axen $= \rho > v$ In Schnitten parallel ∞P̸∞ oder ∞P̸∞ i. Cond. eine verschobene zweiaxige Interferenzfigur sichtbar. Selten ist die optische *A.E.*	**Negativ. Ziemlich stark.**

Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Grünlich-schwarz; im Schliffe lichtgrün bis graulich-grün.	Ziemlich *stark*, ‖ oP lavendelblau, bläulich-grün, ‖ c grünlichblau, gelblich-grün.	Vergl. Einschlüsse. In größeren Täfelchen von schwarzer Farbe (ziemlich hart) eingewachsen. Spaltbarkeit ‖ oP nie so sehr vollkommen wie bei den übrigen Chloriten, außer dieser aber immer noch eine Spaltbarkeit ‖ der c-Axe vorhanden.	Mit Quarz, Glimmer (Muscovit), Rutil-nädelchen, Granat.	Meist ungemein *reich an Einschlüssen* farbloser *Quarzkörnchen*, *Rutilnädelchen* und Erzpartikelchen.		Selten, in halbkrystallinischen und metamorphischen Schiefergesteinen.	Nach Renard ist der *Ottrelit triklin* und außer oP nicht nach ∞P, sondern unter 2 in ca. 130° sich schneidenden Richtungen und in einer dritten, fast senkrecht auf einer dieser stehenden Richtung spaltbar.

…klinem Habitus.

…keit ‖ oP und $\infty P\!\!\!/\infty$, Winkel nahe 90°.

Selten **farblos**, **wasserhell**; **meist weiß** oder *trüb zersetzt*, grau; durch **Eisenoxyd** oder **Eisenhydroxyd** roth **gefärbt**.		Orthoklas, in großen Krystallen oder Körnern I. O. und kleineren Körnchen, selten Leistchen II. O. in Eruptivgesteinen; immer in Körnerform in den krystallinischen Schiefergesteinen. Häufig *Verwachsungen* mit *Plagioklas*, meist ‖ $\infty P\!\!\!/\infty$; schriftgranitartige (Mikropegmatit) mit *Quarz*. Vergl. Fig. 63e. Zonaler Bau selten; ebenso zonal geordnete Einschlüsse.	Mit Quarz, Biotit, Muscovit und Hornblende, selten Augit, Plagioklas, Elaeolith.	Im allgemeinen sehr arm. Eisenglanz, Biotitblättchen, Flüssigkeitseinschlüsse, Apatitnädelchen, Zirkon.	Meist vollkommen zersetzt, die Krystalle trüb und undurchsichtig geworden; in *Kaolin* mit Bildung von *Muscovit* oder von *Epidot*.	Einer der häufigsten Gemengtheile in den körnigen und porphyrischen *älteren* Eruptivgesteinen. Wesentlicher primärer Gemengtheil im Granit, Syenit, Quarzporphyr, Orthoklasporphyr und accessorisch in fast allen Plagioklasgesteinen; ferner in den krystallinischen Schiefergesteinen, besonders den Gneißen; hier öfters glasig, wie Sanidin.	Die großen Krystalle lassen sich leicht an der Zwillingsbildung in Schnitten parallel oP und $\infty P\!\!\!/\infty$ und an der schiefen Auslöschung parallel $\infty P\!\!\!/\infty$ von den übrigen farblosen optisch zweiaxigen Mineralien unterscheiden. Die Leistchen von Orthoklas und Sanidin, wie sie in der Grundmasse der Gesteine auftreten, haben öfters große Aehnlichkeit mit Nephelin

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Auslöschungsrichtung.
b. *Sanidin.*			Wie oben; Krystalle *sehr rissig.*	Sanidin in winzigen, langen, schmalen Leistchen, in Mikrolithenform, oder großen Krystallen, fast nie in Körnerform. Form der Durchschnitte parallel oP und $\infty \not{P} \infty$ lang leistenförmig mit 1 oder 2 Seiten endigend; parallel $\infty \not{P} \infty$ verzogene Sechsecke, deren Seiten $oP . \infty P . \infty \not{P} \infty$ entsprechen. Bei säulenförmigem Typus der Krystalle: rechteckige Schnitte, wenn senkrecht auf $oP . \infty \not{P} \infty$. achteckig, wenn außer diesen noch $2 \not{P} \infty$ vorhanden. Vergl. Fig. 83.	Zwillingsebene $= oP$. Vergl. Fig. 28. Durchschnitte der Zwillinge: a) bei den Karlsbader Zw. sind die rechteckigen Schnitte, senkrecht $\infty \not{P} \infty$, in 2 den Kanten: $oP / \infty \not{P} \infty$ und $\infty P / \infty \not{P} \infty$ parallele **Hälften getheilt.** **b) bei den Bavenoer Zw. sind die fast quadratischen Schnitte, senkrecht $\infty \not{P} \infty$, durch die Diagonale in 2 Hälften getheilt.**	**parallel $\infty \not{P} \infty$ dann: $\mathfrak{b} = b$ $\mathfrak{a} : a$ wird gleich 5°.**		

ri- as- m.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
	Sanidin immer *farblos*, *wasserhell*. $\beta\varrho =$ 1·5237.		Sanidin in großen Krystallen I. O. und winzigen Leistchen II. O. in Eruptivgesteinen. Die großen Krystalle sind öfters zerbrochen oder angeschmolzen und überaus schön zonal gebaut, was oft besonders gut erst i. p. p. L. sichtbar ist. Häufig Einschlüsse zonal angeordnet.	Sanidin wie O., außerdem mit Augit, Nephelin und Leucit; nie mit Muscovit.	Sanidin meist *sehr reich an Einschlüssen*, besonders *Glaseinschlüssen*, meist zonal angeordnet, Augitmikrolithen, Apatitnädelchen.	Fast immer frisch, selten getrübt. Zersetzung in Opal in den Andesiten und Trachyten.	Wesentlicher primärer Gemengtheil der Trachyte, Rhyolithe, Phonolithe und in den Gläsern der Orthoklasgesteine; accessorisch in fast allen *jüngeren* Plagioklasgesteinen.	und gewissen Melilithen; dem Orthoklas fehlen aber die isotropen sechsseitigen Querschnitte. Die Körner von Orthoklas lassen sich von Quarzkörnern leicht im Condensor in den isotropen Schnitten unterscheiden, da in den Orthoklasdurchschnitten Austritt einer der optischen Axen sichtbar. Vom Plagioklas unterscheidet sich der Orthoklas durch die optische Orientirung und das Fehlen der polysynthetischen Zwillingsstreifung.

bb. **Optische Axenebene ‖ ∞**[illegible]

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	[illegible]
1. Monokline Augitgruppe:		(3·17—3·41)						
a. *Gemeiner und basaltischer Augit.*	$R Si O_3$ $R = Mg$, Ca, Fe. und $Fe_2 O_3$, $Al_2 O_3$. Mischung von $Ca Mg Si_2 O_6 + Ca Fe Si_2 O_6 + Mg Al_2 Si O_6$ nach Tschermak. *Fe*-reiche Augite. Von Säuren fast ganz unangreifbar.	3·34—3·38	v. ∞P.	Selten in Körnern; in Krystallen: $\infty P . \infty \bar{P} \infty$ $\infty \breve{P} \infty . P$ und noch $\bar{P} \infty . o P$ und $- P$. $\infty P = 87^\circ 6'$ Auf die c-Axe senkrechte Schnitte sind *achteckig* mit deutlicher *prismatischer Spaltbarkeit.* Die Längsschnitte verzogen sechsseitig, mit der c-Axe parallelen Spaltrissen; parallel $\infty \breve{P} \infty$ auch viereckig, oft ein Rhombus. Vergl. Fig. 84.	Sehr häufig, Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty$, auch in polysynthetischen Zwillingen. Vergl. Fig. 24 u. 25. Seltener Durchkreuzungszwillinge nach: Zwillingsebene eine Fläche $- \bar{P} \infty$ oder nach: Zwillingsebene eine Fläche $\bar{P} 2$.	*A.E.* ‖ $\infty \breve{P} \infty$; die 1. M. = c fällt in den ***stumpfen Winkel β*** $\mathfrak{b} = \acute{b}$. Vergl. Fig. 10 Der positive Axenwinkel nimmt wie beim rhombischen Augit mit dem Eisengehalt zu, ca. 60°. Schnitte senkrecht auf die c-Axe und parallel $\infty \bar{P} \infty$ zeigen im Condensor Austritt einer optischen Axe fast in der Mitte des Gesichtsfeldes.	positiv stark.	[illegible]

iene Spaltbarkeit nach $\infty P = 87^\circ$.

Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Im Schliffe *grün* — *braun* Manchmal violett — braun in Basalten. Oft ein und derselbe Krystall mehrere Farben zeigend. (Vergl. Structur: zonaler Bau.) $\beta\varrho = 1\cdot69$	*Meist sehr schwach.* Doch ist der A. auch öfters wie in Phonolithen stark pleochroitisch und so ähnlich der Hornblende. Absorption sehr schwach $\mathfrak{c} > \mathfrak{a} > \mathfrak{b}$, $\mathfrak{a}$ fast $= \mathfrak{b}$.	In grossen Krystallen I. O. und in Säulchen, in Mikrolithen II. O. Die ersteren zeigen häufig einen zonalen Bau, grüner Kern z. B. mit brauner Schale, welche wieder oft aus unzähligen dünnen Schalen aufgebaut ist. In Folge der etwas abweichenden Constitution von Kern und Hülle zeigen sich auch optische Unterschiede, wie in den Auslöschungsrichtungen und Polarisationsfarben. Vergl. Fig. 45. Wie beim Orthoklas gehen auch bei den Zwillingskrystallen des A. die Schalen gleichmäßig und ungehindert durch beide Individuen durch. Oefters zeigen die Augite auch den sogenannten sanduhrförmigen Bau, wo Schnitte parallel $\infty P \infty$ in vier Felder zerfallen, von denen je 2 gegenüberliegende gleichzeitig auslöschen. Vergl. Fig. 46 u. 47. — Die Augitkrystalle öfters angeschmolzen; auch häufig in größeren Aggregaten vertheilt, sog. Augitaugen, oder radial gruppirte Nadeln.	Hauptsächlich mit Plagioklas, Nephelin, Leucit und mit oder ohne Olivin und Biotit; selten mit Orthoklas, Hornblende und Quarz.	Häufig sind Glaseinschlüsse, Gasporen, Apatitnadeln. Magnetit.	Häufig sind die Augitkrystalle zersetzt in ein Product chloritischer Substanzen, Calcit, Eisenhydroxyd, Epidot und Quarz. Auch fast vollständige Pseudomorphosen von einem oder anderem dieser Mineralien nach Augit häufig. — In Opal. —. Seltner ist die Umwandlung in Hornblende (Uralitisirung), wobei die Form des Augits erhalten bleibt und Spaltbarkeit der Hornblende auftritt. Endlich selten in Serpentin mit Talk- und Chloritbildung.	In vielen jüngeren porphyrischen Eruptivgesteinen als wesentlicher primärer Gemengtheil in: Diabasen, Melaphyren, Augitandesiten und allen basaltischen Gesteinen; auch häufig in Andesiten, Trachyten, Phonolithen. Selten und in größeren Körnern in älteren körnigen Eruptivgesteinen und in krystallinischen Schiefergesteinen.	An der bedeutenden Auslöschungsschiefe $\mathfrak{c}: c$, prismatischen Spaltbarkeit mit Winkel von 87°, besonders in Querschnitten leicht von den übrigen optisch zweiaxigen Mineralien zu unterscheiden; schwieriger, wenn in Körnerform; in zur c-Axe schiefen Schnitten nähert sich der Spaltungswinkel dem der Hornblende. Von Epidot läßt er sich an der Farbe, Auslöschungsrichtungen, Relief, Polarisationsfarben leicht unterscheiden. Wenn der Augit fast farblos ist, so sind die Polarisationsfarben sehr lebhaft und er wird dem Olivin ähnlich.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au[illegible] lösch[illegible] richtu[illegible]
b. Diallag.	Wie Augit.	3·23—3·34	∞P (87°); *schalige* Zusammensetzung nach $\infty \breve{P} \infty$.	Selten in deutlichen Krystallen, meist in großen tafelartigen oder körnigen Individuen, die parallel der *c*-Axe wie gefasert sind.	$\parallel \infty \breve{P} \infty$ polysynthetisch; nicht selten nach oP.	W i e	A u g i t.	
c. Omphacit.	Aehnlich der des gemeinen Augits, $Al_2 O_3$ reich.	3·3	Wie Augit, auch Absonderung $\parallel \infty \breve{P} \infty$, jedoch nicht so vollkommen wie beim Diallag.	Nur in Körnern.	Selten.	W i e	A u g i t.	
d. Diopsid.	Mehr CaO als MgO, *arm an* $Al_2 O_3$. Nach Tschermak Mischungen von $CaMg Si_2 O_6$ und $CaFe Si_2 O_6$	″	″	″	″	″	″	″
e. Salit.	Lichtgrüne *Fe*-arme Augite.	3·2—3·33	Absonderung nach oP neben der Spaltbarkeit nach ∞P und $\infty \breve{P} \infty$.	In Körnern und langen Säulchen mit auf die Längsaxe verticaler Absonderung, meist ohne terminale Flächen. Durchschnitte augitähnlich.	″	″	″	″

…ri-…as-…en.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…e …it.	Grünlich, braun.	Sehr schwach.	Nur in großen unregelmäßigen Körnern vorkommend. In der Structur, betreffs der Einschlüsse, Faserung und häufiger Zwillingsbildung große Aehnlichkeit mit Bronzit. Oefters mit gemeinem Augit, Hornblende oder Glimmer verwachsen. In Krystallen sehr selten.	Mit Plagioklas, gemeinem Augit, Olivin, Hornblende, selten mit Quarz.	Wie beim Bronzit Einschlüsse brauner Blättchen von Göthit (?) parallel ∞P∞ gelagert, sonst arm an Einschlüssen.	Häufig ist die Uralitisirung, indem der Diallag an den Enden in dunkelgrüne, spießige, stark pleochroitische Hornblendefasern übergeht. In Viridit, in Serpentin mit Chlorit- und Talkbildung.	Primärer Gemengtheil. Häufig in Gabbro, Norit, selten in porphyrischen Eruptivgesteinen. In Serpentin und Olivinfels. Selten in krystallinischen Schiefergesteinen.	Oft ähnlich dem Bronzit, leicht von diesem an Schnitten oder Spaltblättchen parallel ∞P∞ zu unterscheiden; i. c. p. L. Austritt einer optischen Axe.
…e …it.	*Grasgrün*	Wie Augit.	Nur in frischen, einschlußarmen Körnern, öfters mit Hornblende verwachsen. Oefters peripherisch in unregelmäßige lappenartige Körnchen aufgelöst.	Mit Quarz, Hornblende, Granat, Zoisit, Disthen, Rutil.	Selten, Flüssigkeitseinschlüsse und Rutilnädelchen.		*In Eklogiten* und Amphiboliten.	Vergl. Augit. Vom gemeinen Augit sind diese durch die lichtere Färbung (*Fe*-Armuth) und durch die Körnerform, vom Diallag durch die fehlende vollkommene Absonderung nach ∞P∞ unterscheidbar.
	„	„		Mit Olivin, Chromit, Diallag und rhombischen Augiten.	Sehr selten Glaseinschlüsse.		Im *Olivinfels* als primärer Gemengtheil. (Sog. Chromdiopsid.) Selten secundär als Umwandlungsproduct des Granats (Pyrops.)	
…'t.	Lichtgrün — farblos. In Folge des starken Lichtbrechungsvermögens Relief sehr markant.			Mit Quarz, Hornblende, Granat, Skapolith, Plagioklas, Titanit.		Selten uralitisirt.	In *krystallinischen* Schiefergesteinen.	

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Lö[illegible] ric[illegible]
f. Akmit.	$Na_2(Fe_2)$ Si_4O_{12}.	3·53—3·55.	v. ∞P, 87°; unv. $\infty\bar{P}\infty$.	In Körnern oder langen, durch Vorwalten von $\infty\bar{P}\infty$ flachen Säulen. $\infty P . \infty\bar{P}\infty . \infty\grave{P}\infty$.	$\infty\bar{P}\infty$ häufig.	Wie *A. E.* ∥ $\infty\grave{P}\infty$. Großer Axenwinkel. Schnitte resp. *Blättchen* parallel $\infty\bar{P}\infty$ zeigen ein *verschobenes Axenbild eines zweiarigen* Minerals.	Augit. Positiv.	c:c kl W = 2
g. Wollastonit.	$Ca\,Si\,O_3$ Von HCl vollständig *zersetzt mit gallertartiger $Si\,O_2$-Abscheidung.*	2·78 - 2·91.	Parallel $\infty\bar{P}\infty$, oP und $\bar{P}\infty$.	$\infty P = 87°$. Fast nur in *unregelmäßigen, langen, faserigen*, nach der *b*-Orthoaxe gestreckten, stängeligen *Prismen.*	Häufig $\infty\bar{P}\infty$.	*A.E.* ∥ $\infty\grave{P}\infty$. Scheinbarer Axenwinkel = ca. 70°. Vergl. Fig. 11.	Positiv, stark.	c b mi nach 32° a:c=

cc. **Vollkommen[illegible]**

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Lö[illegible] ric[illegible]
2. Hornblendegruppe:								
a. *Gemeine und basaltische Hornblende.*	$mR\,Si\,O_3 + n(R_2)\,O_3$. $R = Ca, Mg, Fe$. $R_2 = (Al_2)\,(Fe_2)$. Nur die eisenreiche Hornblende von Säuren etwas angegriffen.	3·1—3·3.	s. v. ∞P, mit Winkel *von* 124° 11′; unv. $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\grave{P}\infty$	$\infty P . \infty\grave{P}\infty$ $\infty\bar{P}\infty$ und $oP . P$ oder $\grave{P}\infty$. Fast immer in Krystallen, selten in Körnern. Querschnitte meist *sechseckig*, auch achteckig, Längsschnitte wie bei Augit. Vergl. Fig. 86.	Häufig $\infty\bar{P}\infty$.	*A.E.* ∥ $\infty\grave{P}\infty$. Die 1. M. = $\mathfrak{a}$ fällt in den stumpfen Winkel β, $\mathfrak{b} = b$. Vergl. Fig. 9. Wirklicher Axenwinkel ca. 79°, der positive Axenwinkel mit dem steigenden Eisengehalte größer werdend. Parallel oP und $\infty\bar{P}\infty$ seitlicher Austritt einer optischen Axe am Rande des Gesichtsfeldes. Schwache Disp. $\varrho < v$.	*negativ*, stark, doch etwas schwächer als Augit.	c: sc zv 2 a: a: c:c [illegible] [illegible] = [illegible] [illegible] =
b. Smaragdit Karinthin.	Vergl. Uralit.							

…ari-ions-ben.	Farbe und Stärke der Licht-brechung.	Pleo-chrois-mus.	Structur.	Association.	Ein-schlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…ie …gt.	Dunkel-braun, dunkel-grün. β über 1·7.	Ziemlich stark c dunkel-braun a bräun-lichgrün Abs. $c > b > a$.	In großen Kry-stallen in den Syeniten, oft an den Enden zer-fasert. In winzi-gen Kryställchen von gelber und dunkelgrüner Farbe in Trachy-ten und Phonolithen.	Mit Elaeolith, Sodalith, Mikroklin, Biotit.	Erzpar-tikel.		Nicht selten in *Elaeolithsyeniten*, *Phonolithen* und *Trachyten*.	
…hr …haft.	*Farblos*, gelblich-weiß. Relief *markant*.		In Aggregaten büschelig oder radial gruppirter faseriger Individuen.	Mit Calcit, grünem Augit, Granit.	Flüssig-keitsein-schlüsse.		Als Zersetzungs-product oder Contactmineral selten in körnigen Kalken, die von Eruptivgesteinen verändert wurden. Selten im Elaeolithsyenit und Phonolith.	Sehr ähnlich dem Tremolit; durch Prismenwinkel, Löslichkeit in Säuren und Gelatinirung unterscheidbar, von zeolithi-schen Substanzen, wie Skolezit z.B., schwierig zu unterscheiden.
…it $\infty P = 124°$.								
…iger …aft …beim …it; …— …— …m.	Grün—braun $\beta \varrho = 1·62$	Meist *sehr stark*. $\mathfrak{a}$ = gelb-grün oder honig-gelb. $\mathfrak{b}$ = gelb-braun; $\mathfrak{c}$ = schwarz oder grünlich-braun. Abs. = $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$	In großen *Krystallen oder Körnern* I. O., seltener in klei-neren Kryställ-chen und *Mikro-lithen* II. O. Die grüne Horn-blende häufig zerfasert, die braune oft schön zonal gebaut. Die braune Horn-blende der jün-geren Eruptiv-gesteine zeigt oft einen breiten opacitischen Randsaum, vergl. Fig. 44, oder es finden sich Pseu-dokrystalle von Augit und Mag-netit nach Horn-blende. Die grüne Horn-blende öfters verwachsen mit Augit.	Mit Ortho-klas, Pla-gioklas, Quarz, Biotit, seltener mit Augit und Olivin. Mit Omphacit, Granat, Zoisit, Rutil.	Arm an Ein-schlüs-sen; Flüssig-keitsein-schlüsse, Glas, Gas-poren, Erzpar-tikel, Apatit-nadeln.	Wird durch Zersetzung feinfaserig und gebleicht. In Epidot, Calcit, Eisen-hydroxyd, dann öfters von einem Magnetit-kranz um-geben; wie Augit überhaupt. Umwand-lung in Biotit, Chlorit.	Primärer, wesent-licher Gemeng-theil. In körnigen und porphyrischen Eruptivgesteinen: Syenit, Diorit (grüne Horn-blende), Porphyrit, Andesit, Trachyt (braune, seltener grüne Horn-blende.) Acces-sorisch in Basalten (braune H.) selten und in Olivinfels (grüne H.). Häufig in krystallinischen Schiefergesteinen (grüne, seltener braune H.), als wesentlicher Ge-mengtheil in Amphibolit, Horn-blendeschiefer, gewissen Gneis-sen, Eklogit (sog. Smaragdit oder Karinthin).	Vom Augit durch den Prismen-Spaltungswinkel, geringe Neigung von $\mathfrak{c}:c$ und starken Pleochro-ismus leicht zu unterscheiden. Von Biotit läßt sich die Horn-blende an Schnitten senk-recht auf die Verticalaxe unterscheiden, dem Biotit fehlt die Spaltbarkeit und der starke Dichroismus in diesen Schnitten (parallel oP).

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Auslöschungsrichtung
c. Aktinolith und	Nach Tschermak $Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12} + Ca\,Fe_3\,Si_4\,O_{12}$ *Al*-*frei* *Fe*-arm. —— $R\,Si\,O_3$ $R =$ vorwiegend *Mg*, weniger *Ca*, wenig *Fe*.	3·026 — 3·160.	Wie oben; *Absonderung senkrecht auf die c-Axe.*	*Lange Säulen, meist ohne Endflächen* $\infty P . \infty \grave{P} \infty$.	Seltener.	Wie Hornblende.		c : *c* me 15°.
d. Tremolit.	$3 Mg\,Si\,O_3 + Ca\,Si\,O_3$. Vorwiegend $Mg\,O$. Von Säuren *unangreifbar.*	2·93 — 3.	∞P wie Hornblende. Absonderung senkrecht zur *c*-Axe.	$\infty P . \infty \grave{P} \infty$. Meist in langen schmalen Säulchen.	Seltener. Wie Hornblende.	Wie Hornblende.		c : *c* = 15
e. Arfvedsonit.	$Na_2\,(Fe_2)\,Si_4\,O_{12}$. In Säuren unlöslich.	3·33—3·59.	∞P wie Hornblende.	In großen Körnern.		Wie Hornblende.		
f. Glaukophan. (*Gastaldit.*)	$Na_2\,(Al_2)\,Si_4\,O_{12}$. *Ca-, Mg-, Fe-Gehalt.* Von Säuren fast unangreifbar.	3·1.	Wie Hornblende. *Absonderung senkrecht zur c-Axe.*	In langen Säulen, meist ohne terminale Flächen.		Wie Hornblende.		c : c = (— 7°
g. Uralit. (*Smaragdit z. Th.*)	Wie die der gemeinen grünen Hornblende.	Wie a.	Wie die der *Hornblende*; öfter aber noch außerdem im Ganzen die Augitspaltbarkeit zeigend.	Vergl. Structur; die einzelnen Fasern zeigen ∞P = ca. 124°. *Theils in der Form des Augits* oder in *unregelmäßigen* großen *Körnern.*		Wie Hornblende.		

…ri- …nas- …en.	Farbe und Stärke der Licht-brechung.	Pleo-chrois-mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
…le …m- …ide.	*Licht-*, *dunkel-grün.*	c dunkel-grün, a gelblich-grün. *schwächer* als bei der *Hornblende*, meist nur in grünen Tönen. Abs. c > b > a.	Meist in *langen schmalen Nadeln* oder Körnern vorkommend, oft an den Enden zerfasert.	Mit Quarz, Glimmer, Chlorit, Rutil.	Sehr arm.	Oefters findet man ganze Pseudomorphosen von Biotit, Chlorit und Eisenhydroxyd nach Aktinolith.	Ziemlich häufig in gewissen feldspathfreien krystallinischen Schiefergesteinen in Talk-, Glimmer-, Chloritschiefern, in Serpentin.	Von der gemeinen grünen Hornblende chemisch verschieden; Aktinolith kommt fast immer in langen Säulen, nicht wie die Hornblende in kurzen Krystallen vor.
…hr …aft	*Farblos.* Relief sehr markant.		In langen, an den Enden oft garbenförmig zerfaserten Säulchen, in büscheligen Aggregaten, selten in Körnern.	Mit Calcit; mit Olivin, Hornblende, Diallag.	Sehr arm.	In Calcit und Talk.	Als Contactmineral in Kalksteinen; als primärer Gemengtheil in krystallinischen Schiefergesteinen und Serpentinen, auch secundär selten in diesen.	Vergl. Wollastonit.
…ie …m- …nde.	*Blau-grün.*	Sehr stark.	In unregelmäßigen, oft zerfaserten Körnern und langen säulenförmigen Individuen.	Mit Orthoklas, Mikroklin, Elaeolith, Sodalith.			Selten in Elaeolithgesteinen.	Durch chemische Zusammensetzung und Farbe von Hornblende unterschieden.
…ie …rn- …nde.	*Indigo-*, *lavendel-blau.*	*Sehr stark.* a weiß b violblau c dunkelblau Abs. = c > b > a.	Meist in langen zerfaserten Nadeln, oft mit grüner Hornblende verwachsen.	Mit Quarz, Hornblende, Granat, Zoisit, Chlorit, Omphacit, Rutil, Titanit.	Häufig Rutilnädelchen, Gasporen.		Selten in krystallinischen Schiefergesteinen, Eklogiten, Amphiboliten, Glimmer-, Chloritschiefern.	
…eist …gre- …pola- …tion, …die …elnen …rn- …nde- …ern …icht …eich …isch …ntirt …nd.	Dunkel — *licht-grün.*	Theils stark, theils schwach.	*Feinfaseriges Zersetzungsproduct des Augits und Diallags*, oft von der Form des Augits und mit noch frischen Augit- oder Diallagresten; die Fasern zeigen den Prismenwinkel der Hornblende. Vergl. Fig. 85.	Mit Plagioklas, Olivin, Diallag, Augit.			In Gabbros und Serpentinen; in Augitporphyren.	Vergl. Diallag und gemeine Hornblende. — *Smaragdit* wurde auch eine im Eklogit vorkommende, grüne, gemeine Hornblende genannt.

dd. **Spaltbarkeit ‖ oP**

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Auslöschungsrichtung
Epidot.	$H_2\,Ca_4\,(R_2)_3\,Si_6\,O_{26}$ $(R_2)=(Al_2)$ (Fe_2). Von HCl wenig angegriffen.	3·32–3·5.	‖ oP s. v. und $\infty\bar{P}\infty$ v., Winkel von 115° 24′ bildend.	Nach der *Orthodiagonale lang gestreckte*, meist sehr kleine *Säulchen* von der Comb. ∞P. $oP.\bar{P}\infty.\infty\bar{P}\infty$ vorwiegend. Vergl. Fig. 89. Die *Längsschnitte* parallel $\infty\bar{P}\infty$ sind *sechseckig*, die Querschnitte senkrecht auf c und Schnitte parallel $oP:\infty\bar{P}\infty$ sind lang und schmal, recht- oder sechseckig mit einem Paar langer Seiten; oder in Körnern.	Mikroskopisch selten, Zwillingsebene $\infty\bar{P}\infty$ Vergl. Fig. 26 u. 88.	*A. E.* $\infty\bar{P}\infty$ rechtwinkelig auf die Längenausdehnung der Krystalle. $\mathfrak{b}=b$, 1. M. $=\mathfrak{a}$, fast mit *c* zusammenfallend. — Schnitte ‖ $\infty\bar{P}\infty$ zeigen ein zweiaxiges Interferenzbild, da die 2. M. fast senkrecht darauf steht. Vergl. Fig. 12 u. 87.	Negativ, stark.	a:c=2° c:a=27° =c:a

ee. **Spaltbarkeit unvollkommen ∞P**

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Auslöschungsrichtung
Titanit.	$Ca\,Si\,Ti\,O_5$; $Fe\,O$-Gehalt. Von H_2SO_4 zersetzbar; $Ti\,O_2$ gelöst, und Bildung von Gyps.	3·4—3·6.	∞P 133° 52′, $\bar{P}\infty$ 113° 30′ unv.	Meist Krystalle: $\infty P.oP$. $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ *oder* $\frac{2}{3}\bar{P}_2$ vorwaltend neben $oP.\bar{P}\infty$. $\frac{1}{2}\bar{P}\infty.\bar{P}\infty$ *oder* in Körnerform von meist *spitzkeilförmiger Gestalt* und ebensolchen *charakteristischen Krystalldurchschnitten.* Vergl. Fig. 90.	Ziemlich häufig, *Contact-* oder *Durchkreuzungszwillinge, Zwillingsebene* $= oP$. Vergl. Fig. 27	*A. E.* ‖ $\infty\bar{P}\infty$ 1. M. $=\mathfrak{c}$ fast senkrecht auf $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$; *sehr starke Dispersion* der Axen. $\rho > v$. Vergl. Fig. 13.	Positiv, sehr stark.	a:c= 39° 17 a:b=

; Winkel 115°.

Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Citronengelb, gelbgrün. Relief sehr *markant.* $\beta = 1{\cdot}72 - 1{\cdot}75$.	Ziemlich *stark* in *dickeren Säulchen.* $\mathfrak{a}$ sehr blaßgelb, $\mathfrak{b}$ braun — gelbgrün. $\mathfrak{c}$ grün — citronengelb. Abs. $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$	Meist in langen winzigen Säulchen in chloritischen Substanzen liegend, oder in Pseudomorphosen, seltener in Körnern.	Mit Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Hornblende, Biotit, Augit mit Chlorit.	Sehr arm. Flüssigkeitseinschlüsse.		Secundäres Mineral. Häufig als Zersetzungsproduct der Feldspäthe, der Hornblende, des Biotit, seltener des Augit, in den diese Mineralien führenden Eruptivgesteinen und krystallinischen Schiefergesteinen. In letzteren auch öfters als primärer Gemengtheil.	Aehnlich dem Augit, von diesem durch stets gerade Auslöschung der der Längserstreckung (= b-Axe) parallelen Schnitte und geringe Neigung von $\mathfrak{a} : \mathfrak{c}$ zu unterscheiden. Charakteristisch für den Epidot sind die gelbe Farbe, starke Lichtbrechung und lebhafte Polarisationsfarben.

pitzkeilförmige Durchschnitte.

Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Blaßgelb, rothbraun bis farblos.	In dunkler gefärbten Varietäten ziemlich stark. $\mathfrak{a}$ röthlichbraun, $\mathfrak{c}$ grünlichgelb. $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; schwächer wie bei der Hornblende.	*Rauhe Schliffoberfläche* ist für den Titanit charakteristisch. Er ist häufig mit Augit und Hornblende associirt und verwachsen. Ist eines der zuerst gebildeten Mineralien in den Eruptivgesteinen.	Mit Orthoklas, Plagioklas, Hornblende, Augit, Biotit, Chlorit, Quarz und anderen accessorischen Mineralien.	Sehr arm.	Sehr selten Pseudomorphosen von Calcit nach T.	Als primärer accessorischer Gemengtheil in Eruptivgesteinen. Granit (seltener), Syenit, Phonolith, Leucitophyr, Elaeolithsyenit, Trachyt, Glimmer- und Hornblende-Andesit, Diorit und in krystallinischen Schiefergesteinen, besonders Hornblendeführenden. Secundär als Zersetzungsproduct des Titan- und Titanmagneteisens.	Durch die fast stets keilförmigen Durchschnitte, starke Lichtbrechung und rauhe Oberfläche gut erkennbar.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au löschu richtu
Gyps.	$CaSO_4$ + 2 aqu. In Säuren schwer löslich.	2·2—2·4.	*s. v. klinodiagonal*, weniger v. n. —*P*.	In *Körnchen* oder *langsäulenförmigen* Individuen; Kryst. ∞P. $\infty \not{P} \infty$. — P.	In mikroskopischen Individuen sehr selten.	*A.E.* ∥ $\infty \not{P} \infty$ 1. M. = *a* Eine optische Axe fast ⊥ $\infty \not{P} \infty$; eine bildet mit *c* 83°, die andere 22°.	*Negativ*, **stark.**	a:c 52° c:c 37°

II. b. 3. Triklin kry

α. Langsäulenförmige Krystalle, farblos oder blau gefä

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au löschu richtu
Disthen. (Cyanit.)	$(Al_2)\,Si\,O_5$. Säuren ohne Wirkung.	3·48—3·68.	*s. v.* ∥ $\infty \breve{P} \infty$ *v.* $\infty \bar{P} \infty$ und parallel *(Gleitfläche)* *oP*.	Körner oder *langgestreckte Säulen*, vorherrschend $\infty \breve{P} \infty$. $\infty \bar{P} \infty$ mit einem Winkel von 106° 15′, selten mit terminalen Flächen. Querschnitte recht- oder sechseckig, wenn zu obiger Combination noch $\infty'P$ oder $\infty P'$ tritt.	Häufig; an *mikroskopischen* Individuen *seltener*. Zwillingsebene entweder: 1. $\infty \bar{P} \infty$, oft repetirt; 2. senkrecht zur *c*-Axe; 3. senkrecht zur $\bar{b}$-Axe; 4. parallel *oP*, durch Druck entstanden, oft repetirt.	Die *A.E.* macht mit der Kante $\infty \bar{P} \infty$: *oP* einen Winkel von 30°, mit der Kante $\infty \bar{P} \infty$: *oP* einen Winkel von 60° 15′ und steht wie die 1. M. = *a* fast *senkrecht* auf $\infty \bar{P} \infty$. Vergl. Fig. 16. Großer Axenwinkel ca. 80°; schwache Dispersion der Axen $v < \varrho$. In Schnitten parallel $\infty \bar{P} \infty$ zweiaxige Interferenzfigur sichtbar mit negativer Mittellinie.	*Negativ*, ziemlich stark.	In Schni para $\infty \bar{P}$ c:c=

rbe und rke der Licht-echung.	Pleo-chrois-mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
rblos, kundär öfters durch senver-ndungen efärbt.		In winzigen Körnchen und verworren-oder parallelfaserigen Nadel-aggregaten, selten in Krystallen.	Selten mit klastischen Gemeng-theilen, wie Quarz-körnchen oder Glimmer-blättchen.	Flüssigkeits-einschlüsse.		Als *einfaches Gestein*, körnig oder dicht.	

Mineralien.

ıer. Spaltbarkeit nach $\infty\bar{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}\infty$ und oP.

arblos, *immel-blau*, ; fleckig efärbt. = 1·72. ief sehr *arkant*.	Wenn blau, so *ziemlich stark*, besonders parallel $\infty\breve{P}\infty$ pleochroitisch. c = blau a = weiß.	In langen Säulen oder unregelmäßigen Körnern, von zahllosen der Hauptaxe parallelen oder dazu senkrechten Spaltrissen durchzogen; oft unregelmäßig oder vollständig blau gefärbt. Selten in Aggregaten dünner Nädelchen oder Fasern; die Nadeln senkrecht zur Hauptaxe zerklüftet und zerbrochen.	Mit Quarz, Glimmer, Granat, Omphacit, Hornblende; selten mit Orthoklas.	Sehr arm. Flüssigkeits-einschlüsse.	Selten, randlich von einer bräunlichen, feinfaserigen, filzartigen Zersetzungs-zone umgeben.	Selten, primärer accessorischer Gemengtheil in krystallinischen Schiefergesteinen, Granulit, Eklogit und besonders in manchen Glimmerschiefern.	Wenn farblos, so oft schwer vom Sillimanit, mit dem er häufig vorkommt, zu unterscheiden, nur durch Bestimmung der Lage der Elasticitäts-axen möglich.

β. Breite, tafelförmige Krystalle oder Kö…

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au… lösch… richtu…
Trikline Feldspäthe: 1. Kalifeldspath. Mikroklin. *(Mikroperthit,* sog. faseriger Orthoklas.)	Wie *Orthoklas.*	2·54—2·57 (2·56).	s. v. ‖ oP; v. ‖ $\infty\breve{P}\infty$, $\infty'P$, $\infty P'$.	Ganz ähnlich dem Orthoklas, vorherrschend $\infty\breve{P}\infty . oP . \infty'P . \infty P'$.	Selten; parallel $\infty\breve{P}\infty$ und senkrecht darauf fast immer *von* zahllosen regelmäßigen dünnen *Orthoklaslamellen durchwachsen*, wodurch *in Schnitten parallel oP* eine für den Mikroklin überaus charakteristische *gitterartige Durchkreuzung zweier Streifensysteme* sichtbar ist. Außerdem sind häufig *linsenförmige Lamellen* und unregelmäßige Schnüre von meist ebenfalls polysynthetisch verzwillingtem *Albit* so eingewachsen, daß die oP-Flächen beider Plagioklase in eine Ebene fallen. Vergl. Fig. 91 bis 93.	*A.E.* fast senkrecht auf oP; ihr Durchschnitt mit $\infty\breve{P}\infty$ bildet mit der stumpfen Kante $oP . \infty\breve{P}\infty$ 5—6° im stumpfen Winkel $\breve{a}c$. Spaltblättchen parallel $\infty\breve{P}\infty$ zeigen eine der optischen Axen deutlicher, die Axenebene steht etwas schief zur Fläche $\infty\breve{P}\infty$.	Negativ, ziemlich stark. In Blättchen parallel $\infty\breve{P}\infty$ positive Doppelbrechung.	c mit … Sen… rechte… $\infty\breve{P}$… 15° 2… es lös… dahe… Spaltbl… che… paralle… *nicht bei Ortho… gerad…* sond… geben… Au… lösch… zur K… oP:∞… =+ 1… par… ∞… =… —

os, Spaltbarkeit parallel oP **und** $\infty \breve{P} \infty$.

ri- as- n.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
aus ft.	*Farblos.* Relief nicht markant, wie beim Orthoklas.		In Gesteinen nur in Körnerform; häufig schriftgranitartig verwachsen mit Quarz; auch mit Sodalith und Elaeolith. Vergl. die Zwillingsverwachsungen. *Mikroperthit* wurde ein Orthoklas oder dem Mikroklin entsprechender Feldspath genannt, der zahllose, äußerst dünne Lamellen eines dem Albit nahestehenden triklinen Feldspathes enthält, die besonders in Schnitten parallel $\infty \breve{P} \infty$ resp. $\infty \bar{P} \infty$ gut als spindelförmige Durchschnitte zu sehen sind und eine Art Faserung hervorrufen. Vergl. Fig. 93.	a. Mit Orthoklas, Elaeolith, Sodalith, Augit und Hornblende. b. Mit Quarz, Orthoklas, Biotit, Hornblende, Muscovit. c. Mit diesen und Granat, Cyanit.	Meist sehr arm; von Mineralien: Hornblende, Biotit, Zirkon, Apatit.	Faserige Zersetzung mit Trübung ähnlich wie beim Orthoklas.	Als primärer wesentlicher Gemengtheil und neben Orthoklas in a. Elaeolithsyenit, b. in verschiedenen Graniten, besonders den Schriftgraniten, und c. in krystallinischen Schiefergesteinen (als Mikroperthit, auch faseriger Orthoklas genannt), besonders im Granulit und in Gneißen.	Von Orthoklas durch die Auslöschungsschiefe auf oP und Zwillingsverwachsungen unterscheidbar. Von den übrigen triklinen Feldspäthen durch die Gitterstructur (Zwillingsverwachsungen) parallel oP und optischen Eigenschaften.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au[s]lösch[ungs]ri[ch]tung
2. Plagioklase, Kalknatronfeldspäthe: *a. Albit* (und *Oligoklasalbit.*)	*Ab.* $Na_2 Al_2 Si_6 O_{16}$ mit Spuren von *Ca* und *K*, 1—2 %. Wird von Säuren nicht angegriffen. $Si O_2 =$ 68 %. $Ab_6 An_1$.	2·61—2·63 (2·62).	v. parallel *oP* und $\infty \breve{P} \infty$; unv. $\infty P'$ und $P,$. Rechte Kante $oP : \infty \breve{P} \infty$ $= 93° 36'$	$\infty \breve{P} \infty . oP . \infty 'P . \infty P' . ,\bar{P}, \infty . P,$ sehr ähnlich dem Orthoklas. Vergl. Fig. 94.	Fast durchwegs verzwillingt. 1. *Albit Gesetz. Zwillingsebene* $\infty \breve{P} \infty$ und zwar meist *polysynthetisch*, weshalb in Schnitten aus der Zone $oP . \infty \breve{P} \infty$ i. p. p. L. die einzelnen Individuen als *feine Lamellen mit verschiedenen Polarisationsfarben hervortreten.* Nur die Schnitte *parallel* $\infty \breve{P} \infty$ zeigen *keine* Zwillingsstreifung. Manchmal sind 2 solcher polysynthetisch verzwillingter Albitindividuen wieder nach dem Karlsbader Orthoklas-Zwillingsgesetz verbunden. 2. *Periklin-Gesetz. Zwillinge* nach dem *Gesetz: Drehungsaxe die b-Axe, Verwachsungsebene* der rhombische Schnitt, d. h. die *Ebene, welche das rhomboidische Prisma* $\infty 'P . \infty P'$ *so schneidet, daß die ebenen Winkel, die durch diese Flächen mit* $\infty \breve{P} \infty$ *gebildet werden, einander gleich werden.* Die Zwillingskante bildet hiebei mit der Kante $oP . \infty \breve{P} \infty$ einen Winkel von 13—22°. Solche Zwillinge oft wieder nach dem Manebacher Orthoklasgesetz verwachsen. Auch *oP* als Verwachsungsebene. *Durch Vereinigung beider Gesetze* (1 und 2) entsteht in Schnitten, die schief zu $\infty \breve{P} \infty$ sind, i. p. p. L. eine *gitterartige Structur, an Mikroklin* erinnernd. Vergl. Fig. 29 und 30.	**A.E. bildet mit der *c*-Axe einen Winkel von 96° 16′, mit der Senkrechten auf $\infty \breve{P} \infty$ einen Winkel von 16° 17′. 1. M. = c Disp. schwach $\varrho < v$; großer Axenwinkel. Spaltblättchen parallel $\infty \breve{P} \infty$ zeigen eine fast vollständige, verschobene Interferenzfigur (Austritt der positiven Mittellinie fast senkrecht auf $\infty \breve{P} \infty$), bei der jedoch wegen des großen Axenwinkels bei 45° Stellung die Hyperbeln nicht im Gesichtsfelde liegen. c gegen die scharfe Kante $oP : \infty \breve{P} \infty$ geneigt. Vergl. Fig. 97.**	**Positiv, ziemlich stark.**	An S[…] tun[…] stück[…] *para[…] oP A[…] schu[…] schi[…] geg[…] di[…]* Kan[…] *oP* $\infty \breve{P}$ =+[…] 54′ +4[…] (+[…] 30[…] *par[…]* ∞[…] ebe[…] +1[…] —[…] (+[…]

[illegible]	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
[illegible]	Farblos, wasserhell. Relief wenig markant. $\beta\varrho = 1{\cdot}537$.		In größeren Körnern, selten in Krystallen; öfters mit Orthoklas und Quarz verwachsen. Vergl. Mikroklin. In Eruptivgesteinen in Form dünner Leistchen.	Mit Calcit; Quarz, Glimmer und Orthoklas; Chlorit, seltener mit Hornblende.	Sehr arm; Flüssigkeitseinschlüsse.	Selten zersetzt. Faserige, trübe Zersetzung. Vergl. Oligoklas.	In *körnigen Kalksteinen* häufig. In *krystallinischen Schiefergesteinen*, in manchen halbkrystallinischen *Gneißen*, Phylliten, Sericitschiefern. Selten in Eruptivgesteinen, in Körnern im Diorit, in Leistchen in manchen Andesiten und Porphyriten.	Allen Plagioklasen ist die polysynthetische Verzwillingung nach $\infty \breve{P} \infty$ eigenthümlich und für sie überaus charakteristisch. Die triklinen Feldspäthe sind von einander sicher nur entweder durch chemische Analyse oder durch Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf oP und $\infty \breve{P} \infty$ an Spaltungsstückchen von Körnern oder größeren Krystallen unterscheidbar. Daher ist es nicht möglich, die winzigen Plagioklasleistchen, wie sie in Eruptivgesteinen in der Grundmasse vorkommen, mit Sicherheit zu specificiren, man kann durch Messung der Auslöschungsschiefe im Schliffe höchstens bestimmen, ob diese einem dem Albit oder Anorthit nahestehenden Plagioklas angehören.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Au löschu richtu
b. Oligoklas.	$Si\,O_2 =$ 62—66%; wenig K $= Ab_5\,An_1$ bis $Ab_3\,An_1$.	2·62—2·65 (2·63).	Am vollkommensten parallel oP, auch nach $\infty \breve{P} \infty$ wie Albit. $oP . \infty \breve{P} \infty$ rechts $= 93^\circ\,28'$.	Wie Albit.	Immer polysynthetische Zwillinge nach dem Albit-Gesetz; auch nach dem Periklin-Gesetz.	Sehr ähnlich dem Albit. In Spaltblättchen parallel $\infty \breve{P} \infty$ liegen die Axenpunkte noch weiter aus dem Gesichtsfelde als beim Albit. c gegen die stumpfe Kante $oP : \infty \breve{P} \infty$ geneigt. Vergl. Fig. 98.	Wie Albit.	Par oP g die K oP:∞ =+1 ($Ab_3 A$ +1° paral ∞$\breve{P}$ gegen Kan oP:∞ =2— ($Ab_3 An$ +4°3
c. Andesin.	$Ab_3\,An_1$ bis $Ab_1\,An_1$.	2·65.	Wie oben.	W i e A l b i t.		Aehnlich dem Oligoklas, jedoch die Axenebene noch stärker, mehr als 15° gegen die stumpfe Kante $oP : \infty \breve{P} \infty$ geneigt. Disp. $= \varrho < v$.	Wie oben.	Pa oP Ka oP.∞ —1 —2 pa ∞ —4 -

i- s- a.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
s t.	**Farblos, wasserhell, oder weiß getrübt, graulich-weiß.**		In großen Körnern oder Krystallen I. O. und in Form winziger langer und schmaler Leistchen (Durchschnitte dünner Täfelchen). Zonaler Bau (vergl. Fig. 102) und zonal geordnete Einschlüsse. Fast immer polysynthetisch verzwillingt; Zwillingsbildung und schaliger Bau fand, wie beim Orthoklas, oft gleichzeitig statt.	Mit Quarz, Orthoklas, Hornblende, Biotit, Augit, Olivin.	Flüssigkeitseinschlüsse selten und Glaseinschlüsse häufig in jüngeren Eruptivgesteinen. Augit-, Apatitmikrolithen.	Meist frisch in den jüngeren Eruptivgesteinen; in den älteren faserig getrübt. Saussurit genannte Umwandlung in Epidot; in Muscovit ähnlich wie beim Orthoklas; auch an fast allen Plagioklasen beobachtet.	Als primärer wesentlicher oder accessorischer Gemengtheil in Eruptivgesteinen, Granit, Diorit, Diabas, Gabbro, Trachyt, Andesiten, auch Basalten und in krystallinischen Schiefergesteinen, z. B. Gneiß.	**Wie Albit.**
s t.	**Wie oben.**		Wie Oligoklas. Vergl. Fig. 102.	Mit Sanidin, Orthoklas, Augit, Hornblende, Biotit, Quarz.	Wie oben.	Meist frisch.	Als primärer wesentlicher Gemengtheil im Tonalit (Quarzdiorit), in Andesiten, besonders Daciten und Augitandesiten, Porphyriten, Syenit. Auch in krystallinischen Schiefergesteinen.	„

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	lös rich
d. Labradorit.	$Ab_1\ An_1$ bis $Ab_1\ An_3$. $Si\ O_2 = 55{\cdot}5 — 49\%$. Von $H\ Cl$ schon zersetzbar.	2·68—2·70 (2·69).	Wie Orthoklas; auf $\infty \breve{P} \infty$ oft Farbenwandlung.	Meist in großen Körnern, selten in Krystallen; wie Orthoklas.	Häufig Albit- und Periklin-Gesetz combinirt. Die parallel $\infty \breve{P} \infty$ verzwillingten Individuen wieder nach dem Carlsbader-Gesetz oder nach $\infty \bar{P} \infty$ oder oP verzwillingt. Vergl. Structur.	In parallel $\infty \breve{P} \infty$ (recht.) Flächen seitlicher Austritt einer Axe und Andeutung von Lemniskaten; der Axenpunkt nicht sichtbar; parallel oP seitlicher Austritt der anderen Axe, Axenpunkt ebenfalls nicht sichtbar. *Disp.* $\varrho > v$. Vergl. Fig. 99a u. b.	Wie Orthoklas.	Auf —4 —((Ab_1 —5 a $\infty \breve{P}$ —1 t —21 (Ab_1. —1
e. Bytownit.	$Ab_1\ An_3$ bis An. $Si\ O_2 = 49—45\%$. In $H\ Cl$ leichter löslich als *d.*	2·70—2·73 (2·71).	Wie Labradorit.			Aehnlich dem Labradorit. Spaltblättchen parallel oP und $\infty \breve{P} \infty$ zeigen seitlichen Austritt einer optischen Axe, die Axenpunkte nicht im Gesichtsfelde liegend. Disp. $\varrho > v$. Vergl. Fig. 100a u. b.	Wie Labradorit.	*Para* oP: —14 bis— $Ab_1\ A$ —17° *para* $\infty \breve{P}$ c —27° —3 $Ab_1\ A$ —29°

…e und …e der …cht- …hung.	Pleo- chrois- mus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
'ie …oklas		In Körnern und großen Krystallen I. O. und Mikrolithen II. O. Vergl. Einschlüsse und Zersetzung. Sind die Labradorite nach dem Albit- und Periklin-Gesetz zugleich verzwillingt, so tritt i. p. L. eine dem Mikroklin ähnliche Gitterstructur hervor; doch setzen die Zwillingsleisten beim Labradorit deutlich von einander ab.	Mit Diallag, Hypersthen, Olivin, auch mit Quarz, Augit, Hornblende, Biotit.	Hornblende, Olivin, Diallag, Magnetit, Titaneisen. Besonders häufig sind zahllose Einschlüsse langer nadelförmiger opaker Mikrolithen, die parallel der Verticalaxe oder auch der Kante $oP . \infty \breve{P} \infty$ eingelagert sind, und bräunliche Täfelchen (Eisenoxyd? Brookit?), die mit ihrer Längsrichtung senkrecht zu den Mikrolithen liegen, oder zahllose winzige farblose bis grünliche Körnchen, so daß der Labradorit getrübt aussieht (Epidot?).	Wie Orthoklas. Häufig in Epidot und Muscovit.	Primärer wesentlicher Gemengtheil in Norit, Gabbro, Doleriten, besonders auch in Dacit, Basalten, Diorit.	Wie Albit.
…orit.		Wie Labradorit.	Mit Hornblende, Augit, Biotit, Diallag, Hypersthen etc.	W i e L a b r a d o r i t. Jedoch keine Mikrolithen und Blättchen.		Primärer wesentlicher Gemengtheil in Eruptivgesteinen, Diorit, Gabbro, Andesiten.	„

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Spaltbarkeit.	Gewöhnliche Combinationen und Form der Durchschnitte.	Zwillinge.	Optische Orientirung.	Charakter und Stärke der Doppelbrechung.	Auslöschungsrichtungen
f. Anorthit.	$Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$. *An.* $Si\,O_2 = 45-43\%$. In HCl leicht löslich ohne Kieselgallertbildung.	2·73—2·75 (2·75).	v. oP und $\infty \breve{P} \infty$. $P:M$ rechts $= 94^\circ\,10'$.	Wie Albit.	Wie Albit.	1. M. = c fast senkrecht auf $2,\breve{P}'\infty$. Disp. $\rho > v$. Blättchen parallel oP und $\infty \breve{P} \infty$ zeigen seitlichen Austritt der einen oder anderen optischen Axe. Axenpunkt am Rande des Gesichtsfeldes. Vergl. Fig. 101a u. b.	Wie Albit.	*Parallel* $oP = -36^\circ$ bi[s] -42°. *An* $= -37^\circ$; *parallel* $\infty \breve{P} \infty = -37^\circ$ bis -43°, *An* $= -36^\circ$.

Unterscheidung der

Die von *b*—*e* aufgeführten Plagioklase sind bekanntermaßen isomorphe Mischungen der beiden Endglieder, des Albits *(Ab)* und des Anorthits *(An)*; wie sich in der chemischen Zusammensetzung alle möglichen Uebergänge zwischen diesen beiden — Oligoklas, Andesin, Labrador, Bytownit sind nur die mit Namen benannten Zwischenglieder — finden, so zeigen sich auch in den physikalischen Eigenschaften, so im specifischen Gewicht und besonders in der optischen Orientirung, Uebergänge.

Wie aus M. Schuster's Untersuchungen hervorgeht, kann man durch Bestimmung der Auslöschungsrichtungen in Spaltblättchen parallel oP und $\infty \breve{P} \infty$ direct das Mischungsverhältniß des zu unterscheidenden Feldspathes, d. h. den Plagioklas selbst bestimmen.

C. Aggre-

Die Aggregate zeigen i. p. p. L. (zwischen χ Nicols bei totaler Horizontaldrehung) niemals gleichzeitige Auslöschung resp. vollständige Dunkelheit, da die Elasticitätsaxen der einzelnen überaus winzigen, das Aggregat bildenden Individuen regellos gelagert sind. Es werden daher die einzelnen Individuen bei totaler Horizontaldrehung des Objecttisches nach einander und das ganze Aggregat nicht wie ein einzelnes Mineralindividuum bei Drehung um 90—90° auslöschen. Sind die Aggregate radialfaserig, so ist i. p. p. L. ein fixes Interferenzkreuz sichtbar. Es folgen nun einige wenige der meist schwierig bestimmbaren kryptokrystallinen Aggregate; die

Polarisationsfarben.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Pleochroismus.	Structur.	Association.	Einschlüsse.	Zersetzung.	Vorkommen.	Anmerkungen.
Wie Labradorit.	Farblos, wasserhell, wie Labradorit.		Wie Labradorit.	Mit Labradorit, Augit, Hypersthen, Olivin.	Wie Oligoklas.	Meist frisch; wie bei den übrigen Plagioklasen.	Ziemlich selten. Primärer wesentlicher Gemengtheil in Eruptivgesteinen. In basaltischen Gesteinen und Augitandesiten, Gabbro und Norit. In krystallinischen Schiefergesteinen, Amphiboliten, Gneiß.	

Plagioklase von einander.

Die angegebenen Auslöschungsschiefen beziehen sich auf die übliche Aufstellung der **Plagioklase (die** oben nach vorn abfallende oP-Fläche senkt sich von links nach rechts ein) und immer **auf die stumpfe** Kante $oP:\infty\breve{P}\infty$, d. h. die rechts liegende Fläche $\infty\breve{P}\infty$. — Das vorn **gesetzte** + Zeichen bedeutet bei Spaltblättchen parallel oP, daß die Auslöschungsrichtung **im Sinne der rechten** Prismenkante gegen die stumpfe Kante $oP:\infty\breve{P}\infty$ geneigt ist, bei Spaltblättchen **parallel** $\infty\breve{P}\infty$, daß sie in demselben Sinne gegen die Kante $oP:\infty\breve{P}\infty$ geneigt ist, wie der **Schnitt der** Fläche $,\bar{P},\infty$ mit $\infty\breve{P}\infty$; das —Zeichen bedeutet in beiden Fällen die **entgegengesetzte** Richtung.

gate.

Bestimmung derselben ist durch die geringe Größe der Individuen ungemein **erschwert**, es **bleibt oft nur** die chemische Untersuchung das einzig sichere Bestimmungsmittel. Alle die **hier angeführten** Aggregate sind secundäre Mineralien, Zersetzungsproducte, und finden sich **oft noch frische Reste** der Urmineralien darin vor. Auch von den bereits erwähnten Mineralien **werden öfters, jedoch** mikrokrystalline, Aggregate gebildet, so z. B. von: Talk, Muscovit, Tridymit, **Siderit; diese fanden** schon oben bei den betreffenden Namen Erwähnung.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Optische Eigenschaften.	
1. Serpentin.	$H_2 Mg_3 Si_2 O_8$. + *aqu.* Von HCl vollkommen *zersetzt.*	2·5—2·7.	Grün, seltener gelb, braun, rothbraun, schwarz. $\beta = 1·574$.	Zum Theil amorph, zum Theil aggregatpolarisirend; die dünnschieferigen Varietäten, der *Antigorit*, rhombisch (?). $\mathfrak{a}$ = 1. M. ⊥ oP d. h. senkrecht auf der vollkommenen Spaltungsrichtung.	Polarisati[illegible] farben we[illegible] lebhaft *Antigorit* gativ dop[illegible] brechen schwac[illegible] pleochroit[illegible] Dispersi[illegible] deutlich, [illegible] schwach $\varrho > v$.

Structur.	Association.	Vorkommen.	Zersetzungs-producte.	Anmerkungen.
Charakteristisch ist *die Maschenstructur*. Hiebei beginnt die Zersetzung auf den Wandungen der zersprungenen Olivine, indem meist senkrecht zu diesen gelblichgrüne Fäserchen anschießen; es wird dadurch eine Art Netz gebildet, in dessen Maschen noch die frischen Olivinreste liegen, die der weiteren Zersetzung nun anheimfallen. Die inneren Theile der Maschen zeigen sich gewöhnlich von büscheligen oder radialstrahligen Serpentinfasern erfüllt. Die Maschenstructur wird noch dadurch hervorgehoben, daß zwischen den einzelnen Feldern Erzpartikelchen abgelagert werden. In *anderen* Serpentinen ist die Serpentinsubstanz in Form größerer, oft sehr regelmäßig fast unter rechten Winkeln gelagerter Blättchen, die das optische Verhalten des Antigorit genannten Serpentins zeigen, angeordnet; eine Maschenstructur fehlt hier. Bei der Zersetzung wird Magneteisen ausgeschieden, auch Eisenoxyd oder Eisenhydroxyd. Oefters sind die Serpentine auch von amorpher Kieselsäure oder Chalcedon imprägnirt.	Mit Olivin, rhombischem oder monoklinem Augit, Hornblende, Granat, Magnetit, Chromit, Chlorit, Magnesit.	Als Felsart für sich, als Zersetzungsproduct der Olivinfelse; in Pseudomorphosen nach Olivin in den olivinführenden Eruptivgesteinen und Schiefergesteinen; als Zersetzungsproduct der Olivine, thonerdefreien Augite und Hornblende.	Zum größten Theile des *Olivins* und der *thonerdefreien Augite* und *Hornblenden*.	Von den bastitartigen und chloritischen Zersetzungsproducten der Augite schwer zu unterscheiden.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Optische Eigenschaften.
2. Viridit. (Z. Th. chloritische, z. Th. serpentinähnliche Aggregate, wie: a. Delessit, b. Chlorophäit. c. Grünerde.)	**Die Augite insbesonders und die Hornblenden, auch Granat und Biotit zersetz sich öfters in schmutzig- bis bräunlichgrüne faserige oder wie bei der Grünen körnige Aggregate, die man mit dem Gesammtnamen Viridit bezeichnet, da ei genaue Specificirung wegen der geringen Größe der Fasern und Körnchen mit de Mikroskop allein unausführbar ist; die viriditischen Aggregate zeigen Aggrega polarisation und manchmal schwachen Pleochroismus, bald sind es feine radia strahlige und concentrischschalige oder verworrenfaserige, bald ungemein feing körnelte oder mehr oder minder blättrige Aggregate. Die 3 nebenangeführt (a, b, c), in solchen kryptokrystallinen Aggregaten auftretenden Mineralien find**			
3. Bastit.			*Grün.*	
	Vergl. diesen wie überhaupt die rhombischen Pyroxene. Die Zersetzung der rhombischen Pyroxenkrystalle oder -körner in Bastit od bastitartige Aggregate ist eine dem Serpentin sehr ähnliche; auch hier begin die Zersetzung zuerst auf den Sprüngen, besonders den Absonderungsklüft parallel oP, und geht dann in eine der c-Axe parallele Faserung über. In Fol			
4. Chalcedon.	SiO_2 Kleiner H_2O-Gehalt.	Wie Quarz.	*Farblos,* wasserhell, oft durch Eisenhydroxyd oder -oxyd gefärbt. $n = 1{\cdot}547$.	Wie Quarz.

Structur.	Association.	Vorkommen.	Zersetzungs-producte.	Anmerkungen.
sich häufig in Pseudomorphosen nach Augit. Der che-**mischen Zusammensetzung** nach ist a ein wasserhal-**tiges** *Fe Mg* Thonerdesilicat und nähert sich durch den **großen** Thonerdegehalt mehr den Chloriten, die beiden **anderen** wasserhaltige, sehr Thonerde-arme Eisen-**Magnesiasilicate.** Sehr verbreitet in den zersetzten **basischen** Eruptivgesteinen und krystallinischen Schie-**fern.**			Zum großen Theil der monoklinen Augite und Hornblenden, des Granat, Biotit etc.	
regelmäßiger Anordnung der Fäserchen ist es oft mög-**lich, das** Zersetzungsproduct durch Untersuchung i. c. **p. L. als** Bastit zu bestimmen. Vergl. optische Orien-**tirung unter** „Bastit".			Der rhombischen Pyroxene.	
Chalcedon ist meist ein Gemenge amorpher und mikro- oder kryptokrystallinischer Kieselsäure. Die Aggregate sind entweder feinkörnig oder verworrenfaserig, auch oft radialstrahlig. Im letzteren Falle sind nach der Hauptaxe verlängerte Quarzindividuen zu einem Kügelchen vereint und zeigen diese lebhaft polarisirenden Aggregate zwischen X **Nicols das Interferenzkreuz.**	Besonders in Quarz-Orthoklas-Biotit-führenden Gesteinen. Mit Opal und Tridymit!	Secundäres Mineral. In den sauren Eruptivgesteinen häufig, besonders Rhyolith, Dacit, Quarzporphyr; auch in anderen zersetzten Eruptivgesteinen wie Basalt, Andesit, Melaphyr und Porphyriten, auf Hohlräumen, Klüften und in unregelmäßigen Partien in der Grundmasse.	Eine große Reihe von Mineralien liefern bei der Zersetzung neben anderen Producten Chalcedon, besonders die Feldspäthe und Augite.	Von dem stets als Zersetzungsproduct auftretenden Chalcedon sind zu trennen die primären, radialstrahligen Quarz-Sphaerulithe; diese sind directe Ausscheidungen aus dem eruptiven Magma und lassen sich schon nach Art der Abgrenzung gegen die Grundmasse als primäre Gebilde erkennen.

Name.	Chemische Zusammensetzung und Reactionen.	Specifisches Gewicht.	Farbe und Stärke der Lichtbrechung.	Optische Eigenschafte
5. Zeolithe.	Von diesen wurde der Analcim bereits oben (**vergl. regulär krystallis**			
a. Natrolith.	$Na_2 Al_2 Si_3 O_{10} + 2$ aqu.	2·17—2·26.	**Farblos, wasserhell, Relief nicht markant.**	**Rhombisch.**
b. Skolezit.	$Ca\ Al_2\ Si_3\ O_{10} + 3$ aqu.	2·2—2 39.	„	**Monoklin oder trikli**
c. Stilbit.	$H_4 Ca\,Al_2\,Si_6 O_{18} + 3$ aqu.	2·1—2·2.	„	**Monoklin.**
d. Desmin.	$Ca\ Al_2\ Si_6\ O_{16} + 6$ aqu.	„	„	**Monoklin.**
e. Chabasit.	$R_2 Ca\,Al_2\,Si_5\,O_{15} + 6$ aqu. $R_2 = \frac{7}{4} H + \frac{1}{4} K$. Alle, *a—e*, sind von *H Cl* leicht löslich mit gelatinöser $Si\,O_2$-Abscheidung.	2 07—2·15.	„	**Rhomboedrisch oder tr Rhomboedrische Spaltb**
6. Carbonate.	Von diesen wurden bereits oben (unter den hexagonal **krystallisirenden** ralien) Calcit, Dolomit, Magnesit und Siderit erwähnt. **Diese kommen au** äußerst feinkörnigen oder auch radialstrahligen Aggregaten vor; **besonders**			
Aragonit.	$Ca\,CO_3$ Leicht und mit Brausen in *H Cl* löslich.	2·9—3.	Farblos, wasserhell.	***Rhombisch.* Polarisati farben wie beim Calcit *irisirend.* Spaltbark parallel $\infty \breve{P} \infty$ und** *A.E.* $\parallel \infty \bar{P} \infty$; **a=**

Structur.	Association.	Vorkommen.	Zersetzungs-producte.	Anmerkungen.
Mineralien) erwähnt. Außer diesem treten noch folgende als Zersetzungsproducte häufiger auf:				
Fast alle in *Aggregaten langer nadelförmiger meist radial gruppirter Krystalle mit lebhaften Polarisationsfarben.* $A.E. \parallel \infty \breve{P} \infty$; $\mathfrak{c} = c$.	Vergl. Vorkommen. Mit Augit, Olivin, Magnetit, Hornblende, Biotit, Feldspath etc., resp. deren Zersetzungsproducten; mit Calcit und Aragonit.	*Secundäre* Mineralien; besonders häufig in den *Blasenräumen* (vergl. Fig. 103) der Feldspath-, Nephelin- und Leucitbasalte, der Basanite und Tephrite, der Phonolithe, auch in trachytischen und andesitischen Eruptivgesteinen.	Die Zeolithe kommen meist vor als Zersetzungsproducte der Feldspäthe, des Nephelin's, Leucit's und der Hauyne.	Die Unterscheidung geschieht am besten durch mikrochemische Versuche; die Zeolithe b—d lassen sich nur durch Bestimmung der Lage der Elasticitätsaxen zu den Krystallaxen von einander mit Sicherheit unterscheiden.
Detto. Meist in radial gruppirten langen Nadeln. $\mathfrak{a} : c = 11 - 12^{\circ}$.				
Tafelartige Krystalle in radialen Gruppen. 1. M. $= \mathfrak{c} = b$.				
Wie eben. $A.E. \parallel \infty \bar{P} \infty$; $\mathfrak{b} : c = 34^{\circ}$; 1. M. mit $\mathfrak{a} =$ ca. 5°.				
In Rhomboedern. Polarisationsfarben wie Feldspath; bildet mehr körnige Aggregate.				
ist der Siderit in kugeligen, radialstrahligen und concentrisch-schaligen Aggregaten ausgebildet. Außer diesen rhomboedrischen Carbonaten kommt noch öfters als Zersetzungsproduct vor, der:				
Theils in großen **Körnern** oder in ***radialfaserigen Büscheln** langer Nadeln.*	Mit Calcit und Zeolithen. Vergl. Vorkommen.	Häufig in basischen Eruptivgesteinen in Hohlräumen und Drusen.	Zersetzungsproduct kalkreicher Silicate.	Löslichkeit mit CO_2-Entwicklung und Krystallform charakteristisch; durch letztere vom Calcit leicht unterscheidbar.

Literatur-Verzeichnifs

zum II. Theile.

Nicht angeführt werden in diesem Literatur-Verzeichniß folgende größere petrographische Lehr- und Handbücher:

E. Cohen. Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopischen Structur von Mineralien und Gesteinen, aufgenommen von J. Grimm in Offenburg. Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagshandlung. 1883. 80 Tafeln.

Fischer. Kritische mikroskop.-mineralogische Studien. 3 Hfte. Freiburg i. Br. 1869—1873.

F. Fouqué et A. Michel Lévy. Minéralogie micrographique roches éruptives françaises. Paris, 1879. a. Atlas LV Pl.

H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagshandlung. 1873. Mit 10 Tafeln.

— Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagshandlung. 1877.

F. Zirkel. Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. Leipzig, W. Engelmann. 1873.

— Microscopical Petrography. Washington, 1876. w. XII Pl.

Akmit und Aegirin.

Tschermak. Tschermak's Mineral. Mitth. 1871. 33.
Becke. Tschermak's Mineral. u. petr. Mitth. N. F. I. 1878. 554.
Koch. N. Jahrbuch f. Min. u. Geol. 1881. I. Beil.-Bd. 156.
Törnebohm. Förh. geol. Fören. i Stockholm. 1883. VI. 383 und 542. Vergl. Ref. N. ahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 370.
Mügge. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 189.
Mann, N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. II. 172.

Aktinolith (Smaragdit, Karinthin).

Tschermak. Tschermak's Min. Mitth. 1871. 37 und 44.
v. Drasche. Tsch. Min. Mitth. 1871. 85.
Rieß. Tsch. Min. u. petr. Mitth. N. F. 1878. I. 185, 192.

Ch. Whitman Cross. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 386.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 234, 360.
— Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 157.

Albit.

Lossen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 509 u. 1879. XXXI. 441.
Schuster. Tsch. Min. und petr. Mitth. N. F. 1881. III. 153.
Böhm. Tsch. Min. und petr. Mitth. N. F. 1883. V. 202.

Almandin (Gemeiner Granat).

Drasche. Tsch. Min. Mitth. 1872. 2. 85.
Wichmann. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1876. CLVII. 282.
Dathe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877. XXIX. 274.
Rieß. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 186.
Szabo. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. Beil.-Bd. 302.
Schrauf. Groth's Zeitschr. f. Kryst. 1882. 323.
Renard. Bull. du Musée royal d'hist. nat. de Belgique. 1882. I.
v. Lasaulx. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn. 1883.

Analcim.

Tschermak. Sitzungsber. Wien. Akad. d. Wiss. 1866. LIII. 260.

Andalusit.

Jeremejeff. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1866. 724.
Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 68. 180.
Rosenbusch. Die Steiger Schiefer. Straßburg, 1877.
Pohlig. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877. XXIX. 560, und Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 344.
Teller u. John. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1882. XXXII. 589.
Müller. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 205.

Andesin.

v. Rath. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. XVI. 294.
Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 173.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 149, 160.

Anomit.

Tschermak. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1878. 31.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 331. V. 151.

Anorthit.

Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 208.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 246.

Anthophyllit.

Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 37.
Ch. Wh. Cross. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 388.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. N. F. 1882. IV. 331. 450.
Sjögren (über Gedrit). Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 366.

Apatit.

Rosenbusch. Nephelinit v. Katzenbuckel. Freiburg i. Br. 1869.
Zirkel. Basaltgesteine. Bonn, 1870. 72.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 806, 821.
Hagge. Ueber Gabbro. In.-Diss. Kiel, 1871. 58.
Kreutz. Tsch. Min. u. petr. Mitth. N. F. 1884. VI. 149.

Arfvedsonit.

Koenig. Gr. Zeitschr. f. Krystall. 1877. 423.

Augit (gemeiner und basaltischer).

Wedding. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1858. 380.
Bütschly. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1867. 700.
Tschermak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1869. LIX.
— Tsch. Min. Mitth. 1871. 28.
Rosenbusch. Neph. v. Katzenbuckel. 1869.
Zirkel. Basaltgesteine. 1870. 8.
Vrba. Zeitschr. »Lotos« Prag. Jahrg. 1870.
Dathe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. XXVI. 1.
Lagorio. Andesite d. Kaukasus. Dorpat, 1878. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. 209.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1879. 482. 822.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 365.
Kreutz. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 141.

Bastit.

Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 20.
Hagge. Ueber Gabbro. Kiel, 1871. 27.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 261.
Drasche. Tsch. Min. Mitth. 1873. 5.

Bronzit (vergl. Arbeiten über Serpentin).

Tschermak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1869. LIX. 1. 1.
— Tsch. Min. Mitth. 1871. 17.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 273.
Schrauf. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 321.
Bücking. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VII. 502.

Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1883. V. 527.
Rosenbusch. N. Jahrb. f. Min u. Geol. 1884. I. 197.

Bytownit.

Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 202.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 168.
Renard. Bull. d. musée roy. d'hist. nat. belgique. 1884. III. 10.

Calcit.

Oschatz. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1855. VII. 5.
Stelzner. Ueber Gesteine v. Altai. Leipzig, 1871. Aus Cotta: D. Altai. p. 57.
Inostranzeff. Tsch. Min. Mitth. 1872. I. 45.
Rosenbusch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 64.
Lemberg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1872. 226. 1876. 519.
Lagorio. Mikrosk. An. ostbaltischer Gebirgsarten. Dorpat, 1876.
O. Meyer. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1879. XXXI. 445.
Renard. Bull. Acad. royal des Sciences belg. 1879. XLVII. Nr. 5. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 146.

Cancrinit.

A. Koch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881. I. Beil.-Bd. 144.
Törnebohm. Geol. Fören. i Stockholm Förh. 1883. VI. 383. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 370. 542.

Chalcedon.

Reusch. Pogg. Ann. f. Ph. u. Chem. 1864. CXXIII. 94.
Behrens. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1871. LXIV. Dec. 1.

Chiastolith.

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. 68.
Pohlig. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877. XXIX. 545. 563.
— Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 348.
Ch. Wh. Cross. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 381.
Müller. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 205.

Chloritoid (Sismondin).

Tschermak u. Sipocz. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1879. 506 u. 509.
v. Foullon. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1883. XXXIII. 207.
Barrois. Ann. de la Soc. géol. du Nord. Lille, 1883. XI. 18. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. II. 68.

Chromit.

Dathe. J. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1876. 247.
Thoulet. Bull. Soc. minér. Paris, 1879. 34.

Cordierit.

Wichmann. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. XXVI. 675.
v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 831.
— Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VIII. 76.
Szabo. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. Beil.-Bd. 308.
Hussak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1883. April.
Calderon y Araña. Zeitschr. d. span. geol. Comm. Madrid, 1882.

Couseranit (Dipyr).

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 202.
Goldschmidt. N. Jahr. f. Min. u. Geol. 1881. I. Beil.-Bd. 225.

Diallag.

G. Rose. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. 280, 294.
Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 25, und Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1869. LIX. 1. 1.
v. Drasche. Tsch. Min. Mith. 1871. 1.
Hagge. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 946.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 377, 379.
v. Rath. Verh. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkde. Bonn. 8. Mz. 1875.
Dathe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877. XXIX. 274.
Schrauf. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 323.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 97.
Kloos. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. III. Beil.-Bd. 19.

Diopsid (Omphacit u. Salit).

Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 21.
v. Drasche. Tsch. Min. Mitth. 1871. 58.
v. Kalkowsky. Tsch. Min. Mitth. 1875. II.
Dathe. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1876. 225, 337.
Rieß. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 168.
Becker. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. 1881. XXXIII. 31.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 297.
Schrauf. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 321.

Disthen (Cyanit).

v. Kobell. Pogg Ann. f. Phys. u. Chem. 1869. CXXXVI. 156.
v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 835.
Rieß. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 165, 195.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 225. 231.

Dolomit.

Inostranzeff. Tsch. Min. Mitth. 1872. 48.
Lemberg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1876. 519.

O. Meyer. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1879. 445.
Renard. Bull. Acad. royal Belg. XLVII. 5. Mai 1879. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 146.

Eisenglanz.

G. Rose. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1859. XI. 298, 306.
Kosmann. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. XVI. 665.
Zirkel. Basaltgesteine. 1870. 71.

Elaeolith.

Scheerer. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1863. CXIX. 145.
Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 810.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 141.
Koch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. Beil.-Bd. 140.

Enstatit.

Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 17.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 273.
Trippke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1878. 673.
Teller u. John. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1882. XXXII. 589.

Epidot.

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1869. XIX. 121.
v. Lasaulx. N. Jahrb f. Min. u. Geol. 1872. 837.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1879. II. 25, 34.
— Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 264.
v. Kalkowsky. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1876. II. 87.
Reusch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 179.
Törnebohm. Geol. Fören. i Stockholm Förh. VI. 185. Vergl. Ref. i. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. I. 245.
Bachinger. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 44.
Küch. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 119.

Fluorit.

Laspeyres. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. XVI. 449.

Glaukophan.

Hausmann. Göttinger gel. Anz. 1845. 195.
Bodewig. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1876. CXLVIII. 224.
Luedecke. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1876. XXVIII. 248.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1879. II. 49, 71.
Williams. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 201.
Stelzner. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. I. 208.

Barrois. Ann. Soc. géol. du Nord. Lille, 1883. XI. 18. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. II. 68.
v. Lasaulx. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde. Bonn, 1884. 3. XII.

Graphit.

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. 68.
— Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. CXLIV. 1871. 319.
Renard. Bull. du Musée royal d'hist. nat. Bruxelles, 1882. I. 47. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 68.

Gyps (u. Anhydrit).

Hammerschmidt. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1883. V. 245.

Hauyn (vergl. Nosean).

Zirkel. Basaltgesteine. 1870. 79.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 818.
Vogelsang. Mededeel. d. k. Akad. v. Wetenschapp. Amsterdam, 1872 (2).
Sauer. Zeitschr. f. d. gesammt. Naturwiss. Halle, 1876. XIV.
Doelter. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 461.

Hercynit.

v. Kalkowsky. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1881. XXXIII. 533.

Hornblende (gemeine und basaltische).

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. 99. 119.
— Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1871. 43.
— Basaltgesteine. 1870. 74.
Tschermak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1869. LIX. 1. 1.
— Tsch. Min. Mitth. 1871. 38.
Rieß. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. 165.
Sommerlad. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 139.
Becker. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 1.
Streng. XXII. Bericht d. oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Gießen, 1883.
Kloos. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. III. Beil.-Bd. 24.

Hypersthen.

Kosmann. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn, 3. Febr. 1869.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. 374 u. 1871. 501.
Hagge. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 946.
Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 17.
Niedzwiedzki. Tsch. Min. Mitth. 1872. 253.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 244.

Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1883. V. 527.
Fouqué. Santorin. Paris, 1879.
Blaas. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 479.
Teller u. John. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien. 1882. XXXII. 589.
Rosenbusch. Gesteine v. Ekersund. N. Magaz. f. Naturvidenskaberne. XXVII. 4. Heft.
Hague u. Iddings. Amer. Journ. of Science. 1883. XXVI. 222. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. I. 225.
Ch. Wh. Cross. Ebenda. XXV. 1883. 139. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. I. 228.
Krenner. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1884. IX. 255.

Korund.

Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 822.
Teller u. John. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1882. XXXII. 589.
Wichmann. Verhandl. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1884. 150.

Labradorit.

Vogelsang. Archiv. Néerland. 1868. III.
Schrauf. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. Dec. 1869. LX. Bd.
Stelzner. Berg- und Hüttenmänn. Zeitg. XXIX. 150.
Hagge. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 946.
Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 183.

Leucit.

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1868. 97.
— Basaltgesteine. Bonn, 1870.
v. Rath. Monatsber. d. Berlin. Akad. d. Wiss. Aug. 1872.
Kreutz. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 135.
v. Chrustschoff. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 161.

Liebenerit.

Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1868. 719.

Magnesit.

Rosenbusch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. I. 196.

Magneteisen.

Zirkel. Basaltgesteine. Bonn, 1870. 67.
Velain. Descript. géol. d'Aden, Réunion, des iles St. Paul et Amsterdam. Paris, 1877.

Mejonit.

v. Rath. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1866. XVIII. 608, 626. 633.
v. Kalkowsky. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. XXX. 663.

Melanit.

Fouqué. Compt. rend. 15 mars 1875.
Wichmann. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1876. CLVII. 282.
Knop. Gr. Zeitschr. f. Krystall. 1877. 58.

Melilith.

v. Rath. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1866. XVIII. 527.
Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1868. XX. 118.
— Basaltgesteine. Bonn, 1870. 77.
Hussak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. April 1878.
Stelzner. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. Beil.-Bd. 369.

Meroxen (Biotit).

Tschermak. Sitzungsber. der Wien. Akad. der Wiss. 1869. Mai. LIX.
— Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1878. II. 18.
Zirkel. Basaltgesteine. Bonn, 1870. 76.
— Ber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 21. Juli 1875.
v. Kalkowsky. Die Gneißformation d. Eulengebirges. Leipzig, 1878. 28.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. 33.
Kispatič. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 127.
Williams. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 616.
Becker. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 1.

Mikroklin (Mikroperthit).

Des Cloizeaux. Ann. de chim. et phys. 1876. 9. 433.
Dathe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877. XXI. 274.
— Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1882. XXXIV. 12.
M. Lévy. Bull. d. la sociét. minér. Nr. 5. 1879.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 196.
Koller. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1883. V. 218.
Kloos. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. II. 87.

Muscovit (Sericit).

Lossen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 509.
Wichmann. Verh. des naturf. Ver. f. d. Rheinlande. XXXIV. 5. F. 4. Bd.
Tschermak. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1878. 40.
v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 851.
v. Groddeck. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1883. 397.

Nephelin.

Zirkel. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1867. 298.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1868. 697.
— Basaltgesteine. Bonn, 1870.
Rosenbusch. Nephelinit v. Katzenbuckel. Freiburg, 1869. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. 485.
Bořicky. Archiv. d. naturw. Landesdurchforsch. Böhmens. Prag, 1874. Die Phonolithe. 8.

Nosean.

v. Rath. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1862. XIV. 663.
Zirkel. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1867. CXXXI. 312.
Rosenbusch. Nephel. v. Katzenbuckel. 1869. 35.
Bořicky. Archiv d. naturw. Landesdurchforsch. Böhmens. Prag, 1873. Die Basaltgesteine. 27.
— Ebenda. 1874. Die Phonolithe. 10.

Oligoklas.

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 100.
M. Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 164.
Mügge. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881. II. 107.

Oligoklasalbit.

Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 159.

Olivin.

Tschermak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1866. LIII. 260.
— Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1867. Juli. LVI.
Zirkel. Basaltgesteine. Bonn, 1870. 55.
— Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1871. 59.
Hagge. Ueber Gabbro. Kiel, 1871. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 946.
Rosenbusch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 59.
Dathe. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1876. 225, 337.
Penck. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. XXX. 97.
Brögger. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 187.
Cohen. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 31, 52.
v. Foullon. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1880. II. 181.
Becker. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1881. XXXIII. 31.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 322, 355, 450.
— Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 163.
Schrauf. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 321.
Kreutz. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 142.

Opal.

M. Schultze. Verh. d. naturf. Ver. d. preußischen Rheinlande u. Westphalens. 1861. 69.
G. Rose. Monatsber. d. Berlin. Akad. d. Wiss. 1869. 449.
Behrens. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1871. LXIV. I. Abth.
Velain. Descript. géolog. d'Aden, Réunion . . . Paris, 1877. 32, 322.
Kispatič. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 122.

Orthoklas (Sanidin).

Reusch. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1862. CXVI. 392, u. 1863. CXVIII. 256.
Zirkel. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1867. CXXXI. 300.
— Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1863. XLVII. 237, 246.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1866. 775.
— Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 87.
Laspeyres. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. XVI. 392.
S. Weiß. Beitr. z. Kenntn. d. Feldspathbildung. Haarlem, 1866.
Rosenbusch. Verh. d. naturf. Ver. Freiburg. VI. 1, 95, 98, 103.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 598.

Ottrelith.

v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 849.
Tschermak u. Sipöcz. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1879. 509.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 270.
Renard et Vallée-Poussin. Ann. de la Soc. géol. Belgique. VI. Mém. 51. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 149.

Perowskit.

Bořicky. Sitzungsber. der math.-naturw. Classe d. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1876. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1877. 539.
Hussak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. math.-nat. Classe. April 1878.
Stelzner. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. Beil.-Bd. 390.

Phlogopit.

Tschermak. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1878. 33.

Picotit.

Zirkel. Basaltgesteine. Bonn, 1870. 97.
Stelzner. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. Beil.-Bd. 393.

Pinit (und andere Zersetzungsproducte des Cordierit's).

Wichmann. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. XXVI. 675.

Plagioklas.

Tschermak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. L. Decemb. 1864.
Weiß. Beitr. z. Kenntn. d. Feldspathbildung. Haarlem, 1866.
Rose. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 1867. 289.
Stelzner. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 784.
Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1871. XXIII. 43, 59, 94.
— Basaltgesteine. Bonn, 1870. 28.
Hagge. Ueber Gabbro. Kiel, 1871.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 598, 715.
Cohen. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1874. 460.
v. Rath. Monatsber. d. Berlin. Akad. d. Wiss. 24. Febr. 1876.
Rosenbusch. Verh. d. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. VI. 1, 77.
Penck. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. XXX. 97.
Pfaff. Sitzungsber. d. phys.-med. Societ. z. Erlangen. 1878.
Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 117.
— Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 189.
Hoepfner. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881. II. 164.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 253.
Klockmann. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1882. 373.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. II. 97.
Kreutz. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 137.

Pleonast.

Teller u. John. Jahrb. d. kk. geol. R.-Anst. Wien, 1882. XXXII. 589.

Protobastit (Diaklasit).

Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 1. Heft. 20.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 273. Anm. 2.

Pyrop.

Doelter. Tsch. Min. Mitth. 1873. 13.
Schrauf. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 321 und 1884. II. 21.

Quarz.

H. Cl. Sorby. Quart. Journ. geol. Soc. Nov. 1858. XIV. 453.
Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1868. 711.
— Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1871. CXXXXIV. 324.
Rosenbusch. Reise n. Südbrasilien. Freiburg i. Br., 1870.
Behrens. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. 460.
Lehmann. Verh. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde. Bonn, 1874. XXXI.
— Verh. d. naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westphalens. 1874. XXXIV.
v. Chrustschoff. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 473.
Bořicky. Archiv d. naturw. Landesdurchf. Böhmens. 1882. IV. No. 4. 12.

Ripidolith (Chlorit, Helminth).

O. Meyer. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. XXX. 1, 24.

Rubellan.

Hollrung. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1883. V. 304.

Rutil.

Sauer. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1879. 569.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. 227, 279.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 281.
Cathrein. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881. I. 169.
— Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VIII. 321.
H. Gylling. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. I. 163.
Pichler u. Blaas. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 513.
Sandberger. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 192.
v. Lasaulx. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VIII. 54.

Serpentin (vergl. Olivin).

Websky. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1858. 277.
Weiß. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1863. CXIX. 458.
Tschermak. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LVI. Juli 1867.
Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 829.
J. Roth. Abhandl. d. Berlin. Akademie d. Wiss. 1869.
Drasche. Tsch. Min. Mitth. 1871. 1.
Weigand. Tsch. Min. Mitth. 1875. 183.
Dathe. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1876. 225, 337.
Lemberg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877. XXX. 457.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 459, 470.
— Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 322.
Hare. Serpentin von Reichenstein. In.-Diss. Breslau, 1879.
Hussak. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 61.
Schrauf. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 321.
Schulze. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1883. XXXV. 433.

Sillimanit.

v. Kalkowsky. Die Gneißform. d. Eulengebirges. Leipzig, 1878.
Schumacher. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. 427.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 189.

Skapolith.

Michel Lévy. Bull. Soc. minér. France. 1878. No. 3 u. 5.
Becke. Tscherm. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 369.
Törnebohm. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. VI. 185. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. I. 245.
Cathrein. G. Zeitschr. f. Kryst. 1884. IX. 378.

Sodalith.

v. Rath. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1866. 620.
— Verh. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde. 1876. 82.
Vrba. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LXIX. Febr. 1874.
v. Kalkowsky. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. 663.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 141.
Koch. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881. I. Beil.-Bd. 149.

Staurolith.

Peters u. Maly. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1857. XV.
v. Lasaulx. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1872. III. 173, und N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 838.
O. Meyer. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. XXX. 1.

Talk.

v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 823.
Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1876. I. 65.

Titaneisen.

Laspeyres. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. 513.
Zirkel. Basaltgesteine. Bonn, 1870. 70.
Sandberger. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1870. 206.
Streng. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 385.
Gümbel. D. paläolith. Eruptivgest. d. Fichtelgebirges. München, 1874. 35.
Dathe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. XXVI. 1.
Cohen. Reisen in Südafrika. Hamburg, 1875. 2. Friedrichsen'sche Jahresber. der geograph. Ges. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1876. 213.
v. Lasaulx. Verh. d. naturw. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westphal. 1878. XXXV.
Sauer. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1879. 575.
Ch. Wh. Cross. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 401.
Cathrein. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 244.

Titanit.

Zirkel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1859. XI. 522, 526.
— Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1867. CXXXI. 325.
v. Rath. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1862. XIV. 665.
— Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. XVI. 256.
Groth. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1866. 46.
v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 362.
v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 159.
Mann. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1882. II. 200.
Diller. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1883. I. 187.

Titanmagneteisen.

v. Werveke. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 141.
Cathrein. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VIII. 321.

Tremolit (Grammatit).

Tschermak. Tsch. Min. Mitth. 1871. 37. u. 1876. 65.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 338.

Tridymit.

Zirkel. Pogg. Ann. f. Phys. u. Chem. 1870. CXL. 492.
v. Lasaulx. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. 66.
— Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1878. II. 254.
Streng. Tsch. Min. Mitth. 1871. 47.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. 266.
Rosenbusch. Verhandl. d. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 1873. VI. 1. Hft. 96.
Schuster. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. 71.

Turmalin.

Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1875. 628.
Törnebohm. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1876. III. 218.
Meyer. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. XXX. 1, 24.
Wichmann. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. II. 294.
Dathe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1882. XXXIV. 12.
Pichler u. Blaas. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 512.

Uralit.

G. Rose. Reise nach dem Ural. II. 371.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. V. 157.

Viridit (Delessit, Chlorophäit u. a.).

Vogelsang. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1872. XXIV. 529.
Kosmann. Verh. d. naturw. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westph. XXV. 239 u. 289.
Tschermak. Die Porphyrgesteine Oesterreichs. Wien, 1869. 42, 66, 134.
— Tsch. Min. Mitth. 1872. 112.

Wollastonit.

Fouqué. Compt. rend. 15 mars 1875.
Lagorio. Andesite d. Kaukasus. Dorpat, 1878. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. 209.
Ch. Wh. Cross. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1881. III. 373.
Törnebohm. Geol. Fören. i. Stockholm Förh. 1883. VI. No. 12. 542. Vergl. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. I. 230.

Zeolithe (excl. Analcim).

Rosenbusch. Nephelinit v. Katzenbuckel. Freiburg i. Br., 1869.
Kloos. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. III. Beil.-Bd. 37.

Zirkon.

Sandberger. Würzburger nat. Zeitschr. 1866/67. VI. 128 u. 1883.
— Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1883. XXXV. 193.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1881. I. 258.
Zirkel. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1875. 628.
— N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880. I. 89.
Törnebohm. Geol. Fören. i Stockholm Förhandling. 1876. III. No. 34. u. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1877. 97.
Michel Lévy. Bull. Soc. minéral. France. 1877. No. 5. 77.
Rosenbusch. Sulla presenza dello zircone nelle roccie. Atti d. R. Accadem. d. Science. Torino 1881. Vol. XVI.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1882. IV. 204.
Fletcher. Gr. Zeitschr. f. Kryst. 1882. 80.
Nessig. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1883. XXXV. 118.
v. Chrustschoff. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1884. VI. 172.

Zoisit.

Rieß. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 188.
Becke. Tsch. Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 249. u. 1882. IV. 312.

Erklärung der zum II. Theile gehörigen Abbildungen.



Register.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Zusätze und Berichtigungen.

Seite 13 Zeile 5 von oben ergänze: E. Kalkowsky. Gr. Zeitschr. f. Krystallographie IX. 486.

Der Verfasser weist darauf hin, daß Schnitte senkrecht gegen eine optische Axe eines optisch-zweiaxigen Minerals zwischen gekreuzten Nicols bei totaler Horizontaldrehung nicht stets gleich dunkel, sondern im Gegentheil stets gleich hell sind. Vergl. auch Seite 26 Zeile 4 von unten. Die Intensität des Lichtes ist abhängig von der Dicke des Schliffes und der Stärke der Doppelbrechung des optisch-zweiaxigen Minerals; dicke Platten sind zwischen X Nicols ebenso hell wie zwischen parallelen. Diese Erscheinung ist eine Folge der sogenannten »inneren conischen Refraction«.

- **18 Zeile** 13 von oben und folgende lies: $\grave{b}$ statt $\bar{b}$.
- **21** - 23 von oben lies: Augit für $2v = 58^{\circ}59'$ statt $2v = 38^{\circ}59$.
- **22** - 7 von oben und folgende lies: $\infty \bar{P} \infty$ statt $\infty {}'P$.
- **22** Fig. 16 lies: $\infty \bar{P} \infty$ statt $\infty {}'P$ und
- **22** - 16 lies: $\infty \breve{P} \infty$ statt $\infty P'$.
- **22** - 16 lies links oben: $90^{\circ}15'$ statt $80^{\circ}25'$.
- **29** - 20 ergänze für die linksstehende Figur: nach $3 P \infty$.
- **29** - 20 ergänze für die rechtsstehende Figur: nach $P \infty$.
- **39 Zeile** 9 von oben ergänze: A. Knop. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1875. 74.
- **51** - 13 - - - : P. Mann. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. II. 175.

Nach des Verfassers Erfahrungen ist die Klein'sche Lösung die beste und haltbarste von allen zur mechanischen Trennung der Gesteinsgemengtheile gebräuchlichen specifisch schweren Lösungen.

- **54** Fig. 40 ergänze: Copie nach K. Oebbeke.
- **60 Zeile** 13 von unten ergänze: P. Mann. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1884. II. 181.

Der Verf. räth bei der mechanischen Trennung der Gesteinsgemengtheile mit dem Elektromagneten, nach dem Vorschlage Pebal's, in Wasser suspendirtes Gesteinspulver anzuwenden, und beschreibt einen hierzu verwendbaren Apparat.

- **62 Zeile** 6 - oben ergänze: v. Pebal. (Sitzungsber. d. k. k. Akad. der Wiss. math. nat. Cl. 1882. 193.)
- **72** Fig. 46 lies: (Nach L. v. Werveke) statt (Nach L. v. Werwecke).
- **77 Zeile** 6 von oben lies: Gasbläschen statt Glasbläschen.
- **86 unter** Eisenglanz lies: vergl. pag. 114 statt vergl. pag. 112.
- **89 lies** unter Einschlüsse der Glasmasse: Fig. 41 und 42 statt: Fig. 48 u. 54.
- **140 ergänze** unter Zwillinge des Ottrelith's: Fig. 82.

An einigen Stellen ist im Texte irrthümlich stehen geblieben:

Muscowit statt Muscovit,
Characteristik und characteristisch statt Charakteristik und charakteristisch.
gesteinsbildend statt gesteinbildend.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

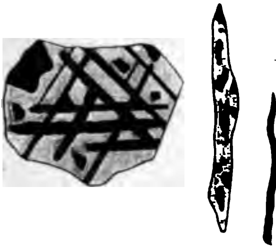


Fig. 51.

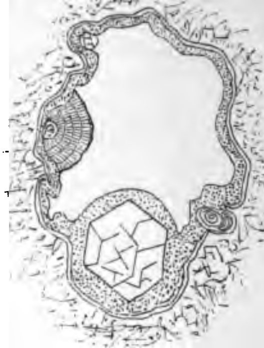
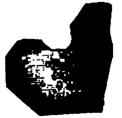


Fig. 52.



a



b

Fig. 53

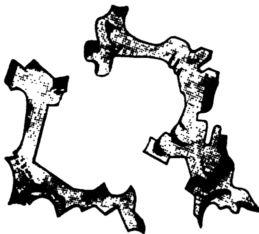


Fig. 56.



Fig. 57.

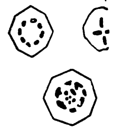


Fig. 58.

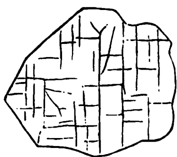
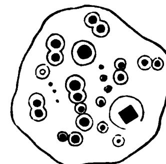


Fig. 61.

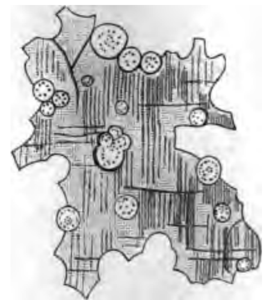




a



b



c

Fig 62.

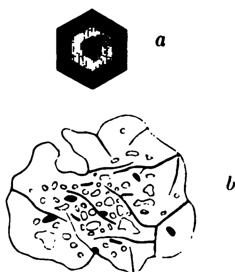


Fig. 54.

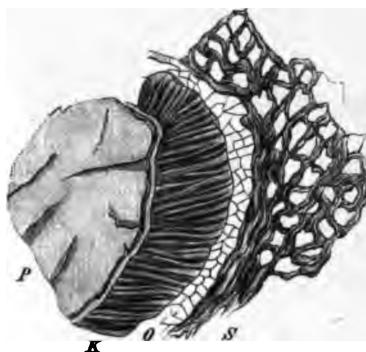


Fig. 55.

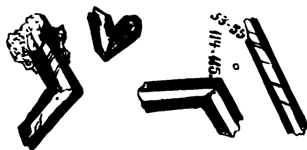


Fig. 59.

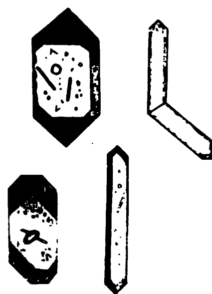
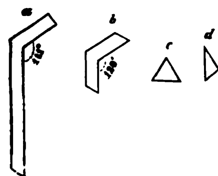


Fig. 60.



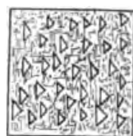


Fig. 63. e

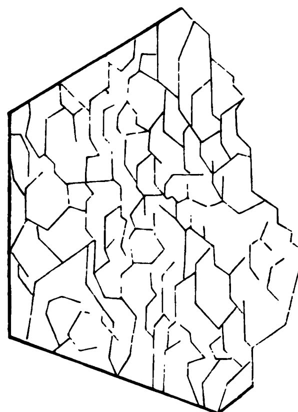


Fig. 64.

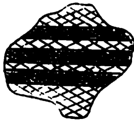
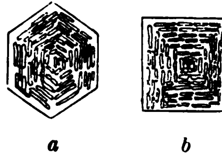
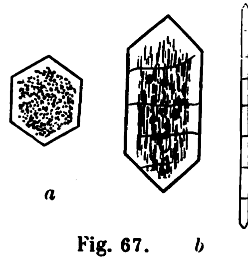


Fig. 65.



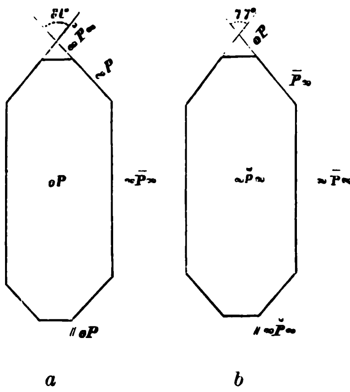
a b

Fig. 66.



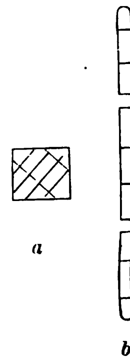
a b

Fig. 67.



a b

Fig. 71.



a b

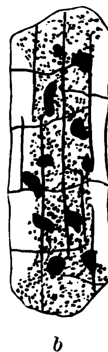
Fig. 72.



Fig. 75.

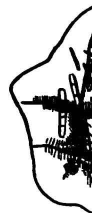


a



b

Fig. 76.





b

Fig. 68.

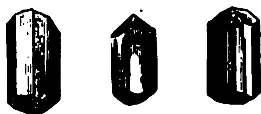
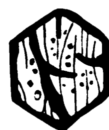


Fig. 69.



a

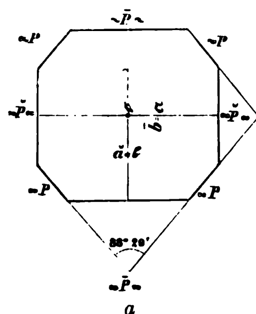


b

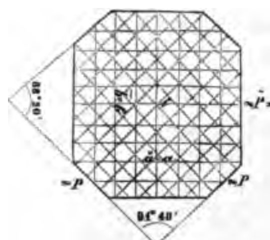
Fig. 70.



'3.



a



b

Fig. 74.

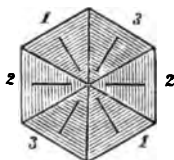
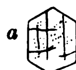
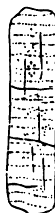


Fig. 78.



a



b

Fig. 79.

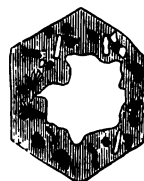


Fig. 80.

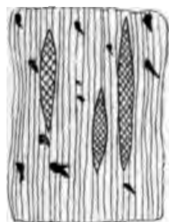


Fig. 81.

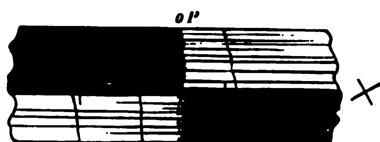
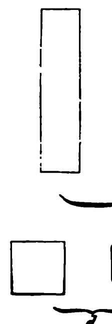


Fig. 82.



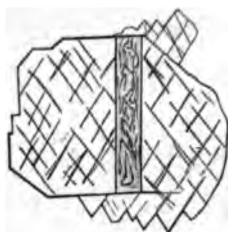
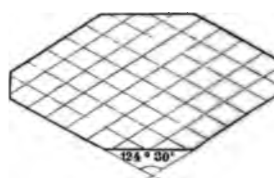


Fig. 85.



⊥ ċ Axe

a



// ∞P∞

c

Fig. 86.

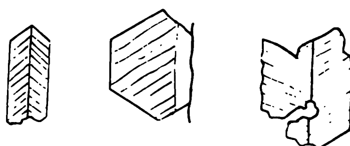


Fig. 88.

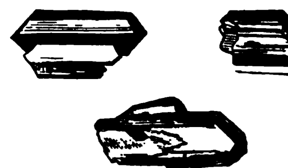
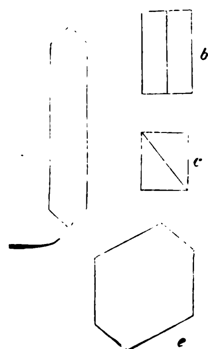


Fig. 89.



ig. 83.

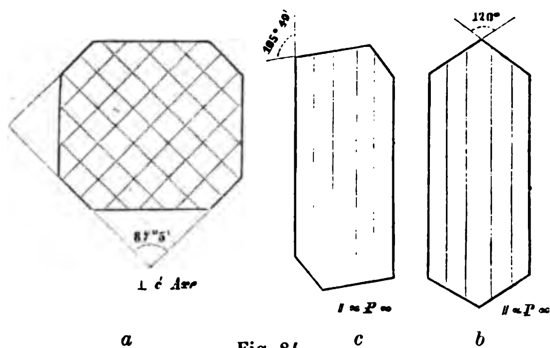
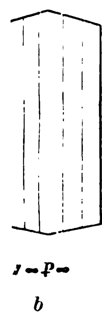


Fig. 84.



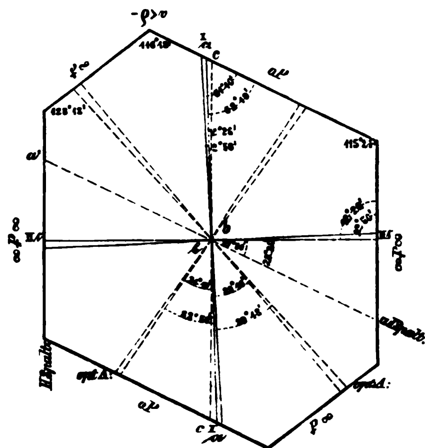


Fig. 87.

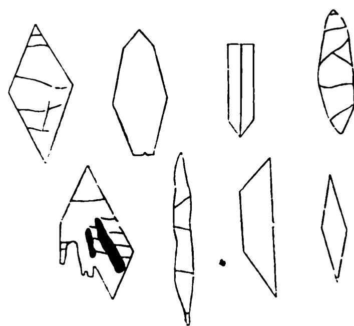


Fig. 90.



Fig. 91.



Fig. 92.

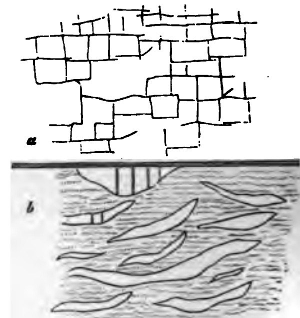


Fig. 93.

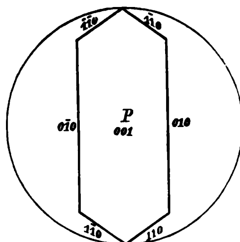


Fig. 96.

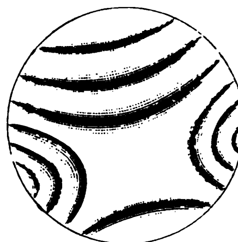


Fig. 97.



Fig.

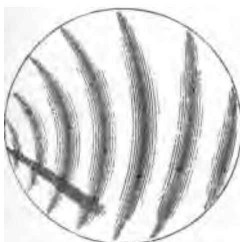


Fig. 100 *a*.

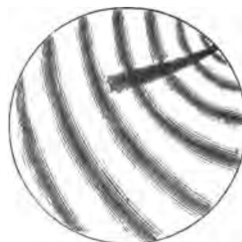


Fig. 100 *b*.

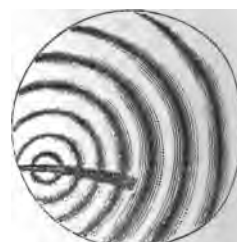


Fig. 101 *a*.



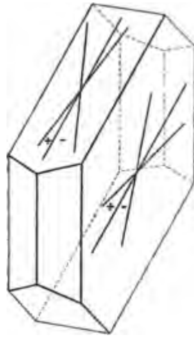


Fig. 94.

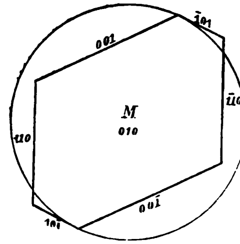


Fig. 95.





Fig. 99 *a*.



Fig. 99 *b*.



Fig. 101 *b*.



Fig. 102.

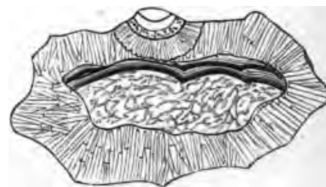


Fig. 103.

